



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema de generación fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica
a los fundos del distrito de Monsefú”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Incio Agapito, Roger (ORCID: 0000-0003-1736-8541)

ASESOR:

Dr. Villareal Albitres, William Fernando (ORCID: 0000-0003-1743-6014)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicado con todo mi corazón para mis padres de todo corazón, su ejemplo ha hecho de mí una persona de mucho bien y han sido mi apoyo, esa fuerza que me han llevado a culminar con éxito mis estudios, esta etapa muy importante de mi vida Profesional. También quiero dedicarle a mi hijo, que con su imagen, sostén permanente y ternura ha invadido mi alma y eternamente pidiéndole al Señor nos conceda la posibilidad de continuar compartiendo momentos felices y de éxitos juntos en nuestras vidas.

Roger Incio Agapito

Agradecimiento

Agradezco a dios en primer lugar por darme la vida, fortaleza y fuerza y seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestro distrito, nuestra región, nuestra sociedad y de nuestro País.

Por último, agradecemos a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación Profesional nos han transmitidos sus conocimientos y experiencias para ser de nosotros unos profesionales competitivos y de excelencia.

Roger Incio Agapito

Página del jurado



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 13:00 horas del día 18 de diciembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 209-2019-UCV-EPIME, de fecha 12 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ", presentada por el Br. Incio Agapito Roger con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mg. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Dr. Daniel Carranza Montenegro
- **Vocal** : Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio

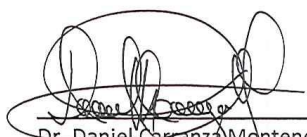
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por mayoría

Siendo las 13:50 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 18 de diciembre de 2019


Mg. Dante Omar Panta Carranza
Presidente


Dr. Daniel Carranza Montenegro
Secretario


Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Vocal

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, ROGER INCIO AGAPITO estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 16801112 con el trabajo de investigación titulada, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 21 de Febrero de 2020

Nombres y apellidos : ROGER INCIO AGAPITO
DN : 16801112

Firma :



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	ix
Índice de ilustraciones	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.1.1 A nivel Internacional	1
1.1.2 A nivel Nacional.....	4
1.1.3 A nivel Local	6
1.2 Trabajos Previos.	7
1.3 Teorías Relacionadas al tema.	10
1.3.1 Electricidad.....	10
1.3.2 Demanda Eléctrica.....	12
1.3.3 Oferta Eléctrica.....	12
1.3.4 Sistema Eléctrico.	13
1.3.5 Las Energías Renovables.....	13
1.3.6 Energía Solar.	14
1.3.7 El Efecto Fotovoltaico.	15
1.3.8 Sistemas Fotovoltaicos Aislados.	16
1.3.9 Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.	17
1.4 Formulación del Problema.....	17

1.5	Justificación del Estudio.	17
1.5.1	Técnica.....	17
1.5.2	Económica	18
1.5.3	Social	18
1.5.4	Ambiental.	18
1.6	Hipótesis.	19
1.7	Objetivos.....	19
1.7.1	Objetivo General.....	19
1.7.2	Objetivos Específicos	19
II.	MÉTODO	20
2.1	Diseño de Investigación.....	20
2.2	Variables, Operacionalización.	20
2.2.1	Variable Independiente.....	20
2.2.2	Variable Dependiente.	20
2.2.3	Operacionalización de las Variables.....	21
2.3	Población y Muestra.	22
2.3.1	Población.	22
2.3.2	Muestra.	22
2.4	Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.4.1	Técnicas de Recolección de Datos	23
2.4.2	Instrumentos de Recolección de Datos.....	24
2.4.3	Validez.....	25
2.4.4	Confiabilidad.	25
2.5	Métodos de Análisis de Datos.	25
2.6	Aspectos Éticos.....	25
III.	RESULTADOS	26

3.1	Cálculo de la demandad de energía que satisfaga la operación a los fundos de los distritos de Monsefú.	26
3.2	Evaluar el potencial solar fotovoltaico en los fundos del Distrito de Monsefú. ...	28
3.3	Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú.	41
3.4	Evaluar económicamente el sistema de generación eléctrica fotovoltaico.	54
IV.	DISCUSIÓN	58
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS	63
	ANEXOS	65
	Acta de aprobación de originalidad de tesis.	75
	Reporte de turnitin.....	76
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	77
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación.	78

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celas solares</i>	16
<i>Tabla 2: Cuadro de Operacionalización de variables.</i>	21
<i>Tabla 3: Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.</i>	23
<i>Tabla 4: Cargas de fundo.</i>	28
<i>Tabla 5: Intervalos de Mediciones tomadas.</i>	28
<i>Tabla 6: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 19/05/2019.</i>	29
<i>Tabla 7: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 20/05/2019.</i>	29
<i>Tabla 8: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 21/05/2019.</i>	29
<i>Tabla 9: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 22/05/2019.</i>	30
<i>Tabla 10: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 23/05/2019.</i>	30
<i>Tabla 11: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 24/05/2019.</i>	31
<i>Tabla 12: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 25/05/2019.</i>	31
<i>Tabla 13: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 26/05/2019.</i>	31
<i>Tabla 14: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 27/05/2019.</i>	32
<i>Tabla 15: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 28/05/2019.</i>	32
<i>Tabla 16: Determinación de los niveles de radiación solar promedio en kWh/m2.</i>	33
<i>Tabla 17: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kw.h/m2.</i>	35
<i>Tabla 18: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w/m2 determinados con el método de Weibull.</i>	37
<i>Tabla 19: Distribución De Weibull.</i>	39
<i>Tabla 20: Factores de forma K y escala.</i>	40
<i>Tabla 21: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kWh/m2.</i>	41

<i>Tabla 22: Sección de conductores AWG.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 23: Resultados de cálculo de cableado.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 24: Costos del sistema fotovoltaico para el fundo.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 25: Resumen de costos de inversión total por domicilio.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 26: Resumen de costos de inversión total todos los domicilios.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 27: Total del crédito financiero por el banco BCP.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 28: Descripción del crédito financiero.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 29: Evaluación económica.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 30: Análisis de VAN Y TIR.</i>	<i>57</i>

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Planta solar flotante Huaian e 40MW.	4
Ilustración 2: Ubicación del fundo Guzmán.	7
Ilustración 3: Proceso de conversión de la energía.	10
Ilustración 4: Diagrama de carga y duración.	12
Ilustración 5: Cadena de valor de la electricidad.	13
Ilustración 6: Principales fuentes de energía renovable.	14
Ilustración 7: Esquema del efecto fotovoltaico.	15
Ilustración 8: Elementos del sistema fotovoltaico.	22
Ilustración 9: Evolución de los Niveles de Radiación Solar promedio en wh/m2.	34
Ilustración 10: Diagrama de barras de la evolución de los Niveles Promedio de Radiación Solar en kWh/m2.	35
Ilustración 11: Evolución del Promedio de los Niveles de Radiación Solar en w/m2.	38

RESUMEN

En Lambayeque más del 50% de hogares tiene acceso de alumbrado eléctrico, y una gran cantidad de estas viviendas ubicadas en zonas rurales, sin embargo hay zonas en las que usar la energía eléctrica es muy costosa por estar ubicados fuera de las ciudades o muy alejadas de las redes eléctricas. Siendo este el problema que afronta los pobladores de varios fundos ubicados en el Distrito de Monsefú: los fundos son de personas de bajos recursos económicos, muchos de ellos dedicados a la agricultura, ganadería y otros. Se abastecen de agua de pozos o norias para regar sus parcelas, haciendo uso para ello de la energía eléctrica, pero al encontrarse ubicados muy lejos de la red eléctrica convencional, se ven obligados a utilizar motores que funcionan con gasolina o almacenar energía en baterías el cual resulta muy costoso y a la vez muy difícil y peligroso al tiempo de ser transportados en el caso de la gasolina. Por ello se ven obligados a realizar sus actividades de forma manual, o artesanal, limitándolos en su desarrollo económico – social, para alumbrarse por las noches utilizan lámparas, mecheros o velas la cual les genera un costo económico más elevado al mes que el que se pagaría por la energía eléctrica, además esto no cubre todas las necesidades de los pobladores, al mismo tiempo que se exponen al peligro de que se ocasione un incendio, Por lo expresado en la presente investigación se diseñara un sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a los fundos del distrito de Monsefú, y el uso de la energía renovable se presenta como una opción considerable para esta población ya que nos encontramos ubicados en una zona donde la intensidad y la radiación es bastante fuerte durante el día, permitiendo el funcionamiento adecuado de este sistema logrando satisfacer las demandas y mejorando la calidad de vida de esta población para lo cual se planteó el siguiente objetivo principal Diseñar un sistema de generación fotovoltaica para abastecer energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú se determino el costo de equipos, así como el costo de instalación, transporte y fletes de un sistema fotovoltaico, se obtiene el costo por domicilio que asciende a la suma de S/. 8,074.00 soles de la misma manera ya que se cuenta con 50 abonados o viviendas se tiene un costo total de **S/: 403,700.00 soles**

Palabras Claves: fundos, sistema fotovoltaico, demanda máxima, irradiación solar.

ABSTRACT

In Lambayeque more than 50% of households have access to electric lighting, and a large number of these homes located in rural areas, however there are areas where using electric power is very expensive because they are located outside cities or very far away of electrical networks. This is the problem that afflicts the residents of several farms located in the District of Monsefú: the farms are of people of low economic resources, many of them dedicated to agriculture, livestock and others. They are supplied with water from wells or wells to irrigate their plots, making use of it for electric power, but being located far from the conventional electricity grid, they are forced to use engines that run on gasoline or store energy in batteries. which is very expensive and at the same time very difficult and dangerous at the time of being transported in the case of gasoline. For this reason they are obliged to carry out their activities manually, or handicraft, limiting them in their economic and social development, to light up at night using lamps, lighters or candles which generates a higher economic cost per month than the one they receive. would pay for electricity, in addition this does not cover all the needs of the villagers, at the same time they are exposed to the danger of a fire, so expressed in the present investigation will be designed a photovoltaic generation system to supply energy electricity to the Monsefú district farms, and the use of renewable energy is presented as a considerable option for this population since we are located in an area where the intensity and radiation is quite strong during the day, allowing proper functioning of this system managing to satisfy the demands and improving the quality of life of this population for which it is planted The following main objective was designed Designing a photovoltaic generation system to supply electricity to the Monsefú District farms, the cost of equipment was determined, as well as the cost of installation, transportation and freight of a photovoltaic system, the cost per address is obtained which amounts to the sum of S /. 8,074.00 soles in the same way since it has 50 subscribers or homes, it has a total cost of S /: 403,700.00 soles.

Keywords: fundos, photovoltaic system, maximum demand, solar irradiation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A nivel Internacional

Actualmente, una de las principales dificultades progresivas que afronta la humanidad es el cambio climático es, debido al uso de combustibles fósiles, la forma en que evoluciona el modo como se viene usando y las emisiones de gases, son las causas del aumento de temperatura a nivel mundial, proceso lento que ha sido progresivo desde décadas. (PNUD – Perú 2013, p.60).

En tal sentido el llevar energía para todos se vuelve de cierta manera peligroso lograra esta buena acción ya que el origen del que el clima tenga estos cambios que la humanidad actualmente tiene una dependencia muy alta a los combustibles hidrocarburos como lo son el petróleo y sus derivados es decir los combustibles fósiles del mismo modo que estos en su combustión perjudican en gran manera el cambio climático además que existe un incremento de importaciones y costos elevados por el consumo de energía, lo que crea que vulnerabilidad en el tiempo para países que estén en desarrollo (FMAM, 2009, p.1).

El conflicto energético, es un conflicto que llega a todos, particularmente por el aumento del costo del consumo o uso de energía; debido a esto es que se encuentran nuevas formas de generación y se derivan a la amabilidad que tienen con el medio ambiente lográndose nuevas formas más amigables de generación en las energías limpias, uno de los sistemas más predominantes por poder establecerse en cualquier parte del mundo es el sistema fotovoltaico además de lograrse a bajo costo en consideración de otros suministros de energía para lugares alejados (PNUD – Perú, 2013, p.60).

(Bornay, 2009, p.8). las energías renovables son fundamentales para permitir la disminución de gases que producen el efecto invernadero en la generación de energía actualmente además de ser primordial para la reducción del uso de energía convencional ya que este tipo de energías aprovecha las energías primarias como con tecnologías limpias como sistema fotovoltaicos, eólicos, geotérmicos, hidroeléctricas, biomasa, entre otros, este tipo de tecnologías es muy utilizable en espacios locales así se promueve el trabajo de las comunidades el desarrollo de las mismas y el progreso tecnológico junto con el económico.

Por lo que actualmente para tener un desarrollo sostenible las energías renovables juegan un papel importante.

A nivel mundial el consumo de energía ha venido aumentando a 162 TWh para el año 2015 de 138 TWh con los que se contaba para el año 2006, lo que indica un crecimiento del 44%. Se considera que en los países que no son miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el consumo de energía será un 58% mayor al consumo de los países que si integran el OCDE en el mismo intervalo de tiempo. (FMAM, 2009, p. 2)

En los países que cuentan con una significativa radiación solar debido a que se encuentran localizados en la zona tropical; durante todo el año tienen una desviación solar podría ser aprovechada aun en épocas de lluvia, en paridad con los países que ya cuentan con un desarrollo industrial al norte. Actualmente a nivel mundial India y China son los países principales productores o fabricantes de paneles solares. (Soluciones prácticas, 2009, p. 2).

El sistema fotovoltaico de mayor uso en países que se están desarrollando es el sistema fotovoltaico para horas denominado SHS por sus siglas en ingles. Este sistema generalmente es un sistema que produce entre 50 a 30 vatios pico (Wp) que generalmente oscila en precios de US\$ 500 y US\$ 300 (USD) cada sistema. De la misma manera los sistemas simples se emplean para aplicaciones pequeñas como en refrigeradores solares para las áreas de salud en zonas rural, también para equipos de telecomunicaciones que generan la energía consumida por sistemas fotovoltaicos mediante energía solar, programas de baterías de carga fotovoltaicos, linternas solares y bombeo de agua rural. (Practical Action, 2007, p.2).

Existe una discrepancia en el uso de sistemas fotovoltaicos para los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo para los primeros la dirección del uso de sistemas fotovoltaicos se dirige a instalaciones conectadas a la red de suministro nacional mientras que para los segundos el uso de sistemas fotovoltaicos se ha desarrollado para sistemas autónomos o aislados de la red. Las generadoras por sistemas fotovoltaicos aislados se usan para guardar energía de manera consistente de dos maneras en los sistemas de riego fotovoltaico se guarda energía aumentando el nivel del agua con respecto al suelo haciendo que esta gane energía potencial y se use por gravedad cuando esta se requiere y en los

sistemas de consumo eléctrico por medio de sistemas electrónicos conocidos como controladores se acumula energía eléctrica en corriente directa en acumuladores que son controlados para no sufrir sobrecargas ni descargas excesivas. A diferencia de los paneles solares que son la esencia del sistema fotovoltaico todos los otros componentes que forman una unidad generadora son tecnologías que se utilizan para tener ecuanimidad en el sistema fotovoltaico. (Practical Action, 2007, p. 3 – 4)

La trascendencia de suministrar a los grupos de pequeños agricultores de las naciones en vías de desarrollo un modo de regadío que no cueste mucho y además que pueda generar empleo razonable de manera sostenible de energía y agua. En lo que ya se prevé como un futuro no muy lejano, los alimentos que consumiremos vendrán en un 60 % de los pequeños agricultores ya que en un aproximado de 75% de las áreas que se pueden regar con sistemas tecnificados provienen de países en vías de desarrollo, ahora de este porcentaje el 80% son cultivadas por agricultores que no cuentan con energía eléctrica para usar tecnología más adecuada. (Barreto, 2011, p.1).

Mundialmente la seguridad alimentaria está en correspondencia al manejo de manera tecnificada de las actividades de regadío que se utiliza por los pequeños agricultores de los países en vías de desarrollo. De manera general en la agricultura prevalecen las prácticas de sistemas de riego por gravedad y regadío por inundación los cuales usan sistemas de bombeo con bombas de motores gasolina o diésel. En una pequeña proporción existen técnicas de regadío que utilizan bombas solares, la que han demostrado ya su eficiencia y son de bajo mantenimiento además de mostrarse limpias con relación al impacto ambiental que producen (Barreto, 2011, p. 2).

Si se realiza una comparación entre las dos clases de riego más usado que es por inundación y el riego tecnificado se podrá determinar que el primero es 40% más ineficiente que el segundo, esto se debe a que el sistema tecnificado usa de manera muy consistente la energía generada por sistemas fotovoltaicos o eólicos además de tener una auto-compresión y baja presión. Mediante el riego tecnificado el campesino promedio podría aumentar su producción ya que mediante este se podría obtener hasta tres cosechas al año (Barreto, 2011, p. 3).

En Israel la agencia para la cooperación estipula que, en todo el mundo, el sector de agricultura donde se usa un riego bajo, usa agua al setenta por ciento. En contramedida a la escases progresista de agua que existe a nivel mundial, la desmejora del cambio climático, y el elevado consumo también de manera progresivo de para las industriales y zonas urbanas, estas potencias se obligan a proponer programas que permitan promover y generar el uso eficientes y sostenible del consumo y aprovechamiento del recurso vital, lo que tiene el propósito de lograr que se genere un avance en el sector de agricultura de manera a productiva y sostenible que genere un impacto positivo en el aumento de la calidad de vida que tienen los pobladores de bajos recursos sobre todo en las zonas rurales.



Ilustración 1: Planta solar flotante Huaian e 40MW.

Fuente: MASHAVD (2016, p. 1)

1.1.2 A nivel Nacional.

El Perú es un país situado en América del Sur y tiene límites con Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Brasil, tiene un área de mil doscientos ochenta y cinco doscientos diez y seis kilómetros cuadrados. El contraste que existe entre los índices de desarrollo humano de manera extrema entre las provincias y la capital, asimismo como entre las zonas rurales y las zonas urbanas. Si bien en los últimos años el Perú ha reconocido un desarrollo económico persistente, todavía existen grandes retos en los temas sobre la equidad de género e inclusión social. (OSINERGMIN, 2016)

La provisión de electricidad es un servicio público primordial para utilizar mantener el consumo de los usuarios residenciales y para procesos industriales. Asimismo, propicia una

fuerza de energía que impulsa el desarrollo económico, brinda la posibilidad del comercio internacional, permite un funcionamiento óptimo de los mercados y genera comodidad al permitir que las personas tengan elevados estándares de calidad de vida. Si no se cuenta con energía eléctrica, el desarrollo de la economía global no podría generarse. Debido a esta importancia ha determinado que en todo el mundo, cualquiera que sea la medida, el sector eléctrico es dependiente a cierta forma de arbitraje público por parte del Estado, el cual lo manifiesta mediante la regulación de las actividades de las empresas privadas de acuerdo con los mecanismos de mercado y además del funcionamiento de empresas públicas (OSINERGMIN, 2016)

En el Perú la producción de electricidad se ha llegado a duplicarse en los últimos 20 años debido a la disponibilidad de recursos y el crecimiento de la demanda de energía. De forma paralela el resto del mundo también ha tenido un cambio en la matriz de generación de energía eléctrica. Además la incidencia de las energías renovables en esta nueva matriz ha sido muy relevante debido a la dirección que han tomado aceptando el compromiso con el medio ambiente (OSINERGMIN, 2016)

Según el (Ministerio de Energía y Minas, 2014, p5). En el Perú la electrificación rural, tiene ciertas particularidades que la definen como son el alejamiento a los servicios o sectores urbanos, difícil acceso a la localidad, consumo de energía eléctrica reducido, las viviendas no muestran un orden, bajo ingreso económico por poblador. Los servicios básicos muestran condiciones de baja calidad en infraestructura básica como educación, salud, agricultura, vivienda y otros aspectos. Esta situación del contexto limita la ejecución de proyectos de electrificación rural debido a que presentan una baja rentabilidad económica lo cual no los hace seductores para que el sector privado invierta en ellos lo que hace que se demande una mayor colaboración del Estado. No obstante, el desarrollo de proyectos en el ámbito rural deja un gran beneficio social el cual es primordial para el estado, ya que permite que las zonas rurales se incluyan en los procesos de salud, educación, información, modernidad, mejoras de procesos laborales, aumento de proyectos productivos, etc.

En Perú cerca del 6.5 millones de personas es decir 23.7% de la población no cuenta con servicio eléctrico. La mayor parte de estas personas se encuentran en lugares alejados de las urbes lo que vuelve aún más crítica su situación pues en el sector rural más del 67% de los

pobladores no cuentan con suministro de energía. (Soluciones Prácticas, 2010, p. 9) Esto muestra que a nivel rural la pobreza tiene márgenes altos debido a que no existe desarrollo en ninguno de los sectores que requieren de energía para su crecimiento.

En el “Plan de Electrificación Rural del Perú” que se formuló para ejecutarse entre los años 2015 al 2024, que para la Región se tiene previsto beneficiar a 43,184 viviendas y 151,832 personas con una inversión de 149, 234,501 Nuevos Soles debido a que la ejecución del plan tiene en la actualidad proyectos en curso que se encuentran en situación de observados, por iniciar o ya en ejecución para cada Provincia, Distrito o Localidad (Ministerio de Energía y Minas 2014, p. 23).

1.1.3 A nivel Local

En Lambayeque más del 50% de casas tienen energía eléctrica para alumbrado eléctrico, y una gran cantidad de estas viviendas están ubicadas en zonas rurales, sin embargo hay zonas en las que usar la energía eléctrica es muy costosa por estar ubicados fuera de las ciudades o muy alejadas de las redes eléctricas. Siendo este el problema que afronta los pobladores de varios fundos ubicados en el Distrito de Monsefú: los fundos son de personas de bajos recursos económicos, muchos de ellos dedicados a la agricultura, ganadería y otros. El agua que utilizan para regar las parcelas la obtiene de norias o pozos, requiriendo para ello utilizar energía eléctrica, pero al encontrarse ubicados muy lejos de la red eléctrica convencional, se ven obligados a utilizar motores que funcionan con gasolina o almacenar energía en baterías el cual resulta muy costoso y a la vez muy difícil y peligroso al tiempo de ser transportados en el caso de la gasolina. Por ello se ven obligados a realizar sus actividades de forma manual, o artesanal, limitándolos en su desarrollo económico – social, para alumbrarse por las noches utilizan lámparas, mecheros o velas la cual les genera un costo económico más elevado al mes que el que se pagaría por la energía eléctrica, además esto no cubre todas las necesidades de los pobladores, al mismo tiempo que se exponen al peligro de que se ocasione un incendio.

En la presente investigación se plantea el diseño de un sistema de generación de energía por medio de un Sistema Fotovoltaico con el cual se generará y se abastecerá de energía a los fundos del distrito de Monsefú, y el uso de la energía renovable se presenta como una opción considerable para esta población ya que nos encontramos ubicados en una zona donde la

intensidad y la radiación es bastante fuerte durante el día, permitiendo el funcionamiento adecuado de este sistema logrando satisfacer las demandas y mejorando la calidad de vida de esta población.

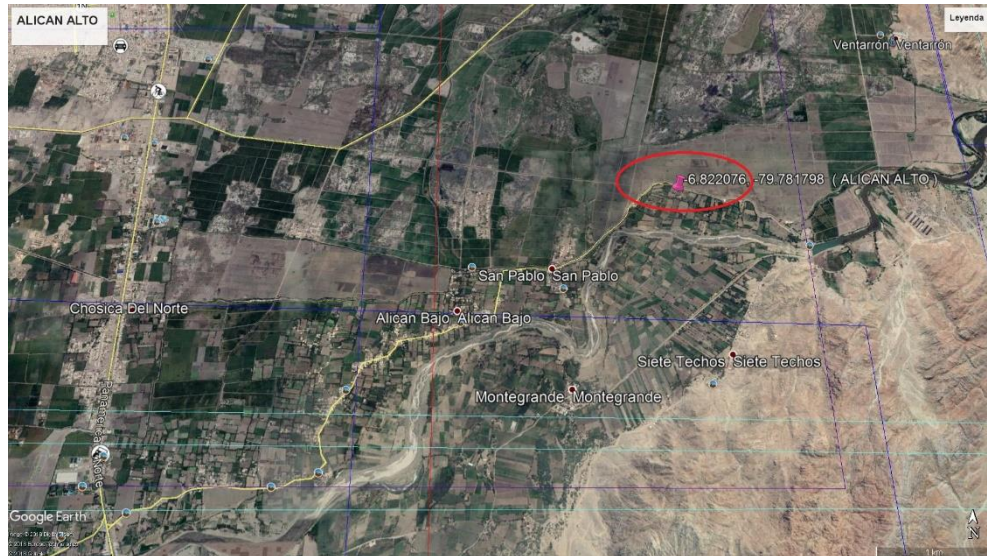


Ilustración 2: Ubicación del fundo Guzmán.

Fuente: Google Earth

1.2 Trabajos Previos.

IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN A UN CASO REAL

La potencial integración de la generación de energía fotovoltaica en las redes de distribución eléctrica forma escenarios nuevos, estas redes dejarían de comportarse como redes pasivas, lo que modificaría la distribución acostumbrado a una jerárquica adonde la energía se dirigía desde los centros de generación concentrados y tradicionales hasta los usuarios finales. Esta energía fluía de manera radial en armonía a la configuración de las redes y de modo unidireccional en las redes de distribución, a partir tensiones superiores a otras inferiores. En esta investigación se muestra como debido a la inserción de generación fotovoltaica distribuida se forma un impacto positivo en los niveles de tensión de una red típica de distribución en baja tensión, se empleó indicadores estándar para determinar el impacto de dicha integración. Se realizó la simulación en una red real de la provincia de San Juan en el barrio del departamento Caucete, usando el software de potencia “DigSilent”, y observando

las mejoras que se producen por la integración mencionada. (Morán, Facchini, & Doña, 2010)

RIEGO CON ENERGÍA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA

La seguridad en la industria alimentaria depende en su generalidad en la mejor de los sistemas de riego para con los pequeños agricultores que son los que trabajan con la mitad del área de agricultura a nivel mundial.; pero, aun así no se tiene un perfeccionamiento en la adaptación del riego tecnificado alimentado por sistemas fotovoltaicos que se adaptan entre ellos en gran medida en superficies pequeñas. Teniéndose en cuenta la falta de fuentes convencionales de energía eléctrica y la capacidad de radiación solar en la República de Angola, es por ellos la justificación de un sistema fotovoltaico para riego solar por goteo para la siembra de tomate en el Valle de Cavado de dicho país tomando un área experimental de 0.23 hectáreas, donde se estima una radiación solar en el plano horizontal y también la inclinación para el panel fotovoltaico mediante los modelos de Solener y Hottel. El sistema de riego que propone esta investigación se desarrolla para cuando el cultivo requiera su máxima demanda de agua, mediante sistemas de fotorriego y sistemas autónomos. Al final de la investigación se concluye que el riego requirió de un caudal de 4 l/s que permite 2.49 horas de riego en cada subunidad. Se estimó una radiación global de 6 448.32 y 8 320.81 W/m² al día mediante los modelos matemáticos usados sobre un área de horizontal y de 6 775 y 8 710 W/m² sobre una superficie para un panel inclinado de 15°. El sistema fotovoltaico tiene un conjunto de 6 paneles fotovoltaicos que generan una potencia de 1 1814.39 Wp, cantidad suficiente para garantizar el funcionamiento de la motobomba requerida para el riego (Rogério Mossandel, Brown Manrique, & Mujica Cervantes, 2015)

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED.

Un sistema fotovoltaico puede generar energía en lugares donde no existe servicio público de electricidad para poder brindársela a los usuarios. La presente investigación muestra una metodología que permitirá calcular el consumo de energía y distancia mínima considerando la red de servicio público existente que brinda la justificación para que se generen este tipo de proyectos, realizando una comparación entre los precios por conexionado a la red de Energía Eléctrica de Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los precios de construcción

de los sistemas fotovoltaicos para edificaciones tiempo invernadero con consumos de energía hasta 30 kWh determinados por el programa desarrollado por el posgrado IAUIA de la UACH. Se analizaron las tarifas de energía determinándose que existe una variedad de ellas que tienen un aumento progresivo de 4.4% hasta el 27% durante los años 2003 al 2013 y fueron proyectadas hasta el 2038. Se comprobó que para la tarifa del sector agrícola siendo esta el pliego tarifario 9M los gastos eléctricos vuelven viable el uso de sistemas fotovoltaicos para el año 10 al 15 para lugares alejados aun sin existencia de redes del proveedor del servicio público para un consumo de energía entre 1.5 kWh y 4.8 kWh por día para edificaciones tipo invernadero ya que los costos que generan la alimentación de energía durante los años mencionados sobrepasan los gastos de instalación, operación y mantenimiento de una sistema fotovoltaico. Al final concluye que debido a la distancia de separación de las redes de energía el sistema fotovoltaico se produce como viable y es justificado. (Poblano Ortiz, Romantchik Kriuchkova, Hahn Schlam, & Betanzos Castillo, 2015)

FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED

En esta investigación se presenta un estudio donde el cual presenta la probabilidad de poder implementar sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en sectores próximos a centrales generadoras de energía con lo cual se incentivara la generación distribuida dentro de la provincia de Santiago de Cuba, así introducir una nueva manera de generación valiéndose de los sistemas de transformación como lo son las sub estaciones en distribución y transmisión y el propio sistema de distribución, lo que propone una nueva forma de ver el aprovechamiento de energía limpias teniendo a esta como opción factible para generar desarrollo sustentable. Además, se realiza también un estudio teniendo en cuenta la perspectiva del ordenamiento territorial, de las ventajas que tendría consigo el instalar sistemas renovables con interconexión a la red y su capacidad a instalar. Este estudio tiene como base de datos los niveles de radiación que inciden en las proximidades de la central generadora de energía de la provincia de San Luis, brindando nuevos criterios de generación en lugar de la generación por combustibles fósiles que son de manera más costosos y totalmente nefastos para el medio ambiente ya que estos no se pueden reducir su nivel de contaminación debido a que la combustión emite gases que permiten el efecto invernadero

(Giraudy Arafet , Massipe Cano, Rodríguez Rivera , Rodríguez Gámez, & Vázquez Pérez, 2014).

1.3 Teorías Relacionadas al tema.

1.3.1 Electricidad

El concepto más adecuado con el que se puede identificar que es energía eléctrica es el que se describe a continuación la electricidad es el movimiento ordenado de electrones por medio de un conductor eléctrico durante un periodo determinado. La presión o fuerza física que impulsa el movimiento de estos electrones es denominada voltaje, mientras que la cantidad de electrones que se mueven por unidad de tiempo se denomina corriente el primero representado por el voltio (V) y el segundo por el amperio (A) (OSINERGMIN, 2016).

En la actualidad electricidad que es un tipo de energía que se presenta en la mayoría de actividades que ejerce el ser humano tanto cotidianas como de cualquier tipo en una sociedad desarrollada ya que casi en su totalidad de dispositivos tecnológicos que utilizamos a diario tienen o usan energía eléctrica. Para generar la energía que se utiliza en la sociedad se transforma una energía primaria como térmica, solar, eólica, nuclear, etc. Después es transportada por medio de redes de energía en diferentes tensiones hasta núcleos de pobladores e usuarios industriales, siendo ahí transformada nuevamente en otras formas de energía que permitan el desarrollo y confort de la sociedad (energía secundaria: luz, calor, sonido, movimiento, etc.)

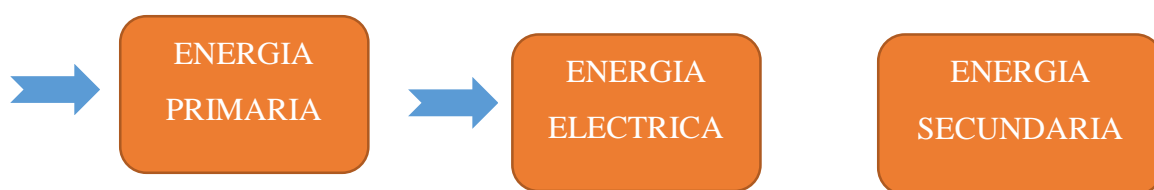


Ilustración 3: Proceso de conversión de la energía.

Fuente: (OSINERGMIN, 2016)

Se puede observar que la energía eléctrica tiene una gran ventaja en poder transformarse de manera relativamente fácil en otras formas de energía, así como la ventaja del transporte a largas distancias y la forma de generación, pero esta también presenta inconvenientes como

por ejemplo en las centrales térmicas que generan energía eléctrica se tienen como consecuencia de este proceso emisiones y humos que generan contaminación, en las centrales nucleares los riesgos a un accidente es catastrófico por lo que deben considerarse medidas de seguridad realmente enormes además que se genera una enorme cantidad de residuos con una muy complicada forma de eliminación; las centrales hidráulicas al turbinar grandes cantidades de agua y por el requerimiento de la modificación de la ecología cercana alteran el ambiente durante su instalación y también de forma significativa los cuerpos de agua que utilizan como ríos, riachuelos, canales etc. al regresar el agua que se tomó de estos de forma turbinada. Además, debido a que se requiere un conductor físico para poder transportar la energía el transporte y la distribución de esta producen un impacto visual muy contraproducente para la ecología y el paisajismo es decir que producen deforestación para desarrollar un camino para su instalación y operación y rompen el paisaje, además que aumentan las probabilidades de incendios forestales al provocarse una caída del cable en la vegetación.

Tipos de corriente

Corriente continua (CC/ DC): se determina por la forma en que se mueven los electrones a través del tiempo ya esta es de manera continua es decir con la misma intensidad y dirección es decir van de un lado determinado polo negativo hacia el otro que se determina como positivo siempre en la misma dirección ya que son el polo positivo atrae a los electrones negativos. Este tipo de corriente es generado en su mayoría por formas químicas como pilas o baterías o en el caso de los paneles fotovoltaicos por medio de la conversión de la luz en energía. Las dinamos también convierten este tipo de energía, pero por medio de movimiento mecánico. Se utilizan en pequeños voltajes como 1.5V a 48V. Se utilizan en su gran mayoría en dispositivos electrónicos sobre todo en aquellos portátiles.

Corriente alterna (CA/ AC): se determina como corriente alterna debido a que los electrones fluyen de un lado a otro no en un solo sentido sino de manera alternada constante en ambos sentidos y con una magnitud variable también de manera alterna y constante. La corriente alterna que se utiliza en la alimentación de usuarios domésticos e industriales es la sinusoidal con valores de 220V y 60 Hz para viviendas y otros valores como 380V 440V también a 60 Hz para industrias.

La corriente alterna se produce en la centrales mediante alternadores por medio de movimiento mecánico de una energía externa o por medio de grupos electrógenos que funcionan a base de combustibles fósiles, esta presenta la ventaja a la corriente continua en la manipulación de su voltaje por eso es la energía que más se utiliza en las industrias y las viviendas, ya que debido a su manipulación de voltaje se puede transportar a grandes distancias de cientos de kilómetros logrando llegar desde un centro de generación a una población alejada de toda urbe reduciendo las pérdidas de transporte por el calentamiento de los cables.

1.3.2 Demanda Eléctrica

La demanda eléctrica es la designación que se le da la utilización de cierta potencia en un determinado periodo de tiempo se representa por un diagrama de carga que grafica el uso variable de la potencia en una instalación durante todo el día así se pueden determinar los periodos de hora punta cuando más energía se utiliza y hora valle que es el opuesto a la hora punta es decir cuanto menos demanda haya (OSINERGMIN, 2016).

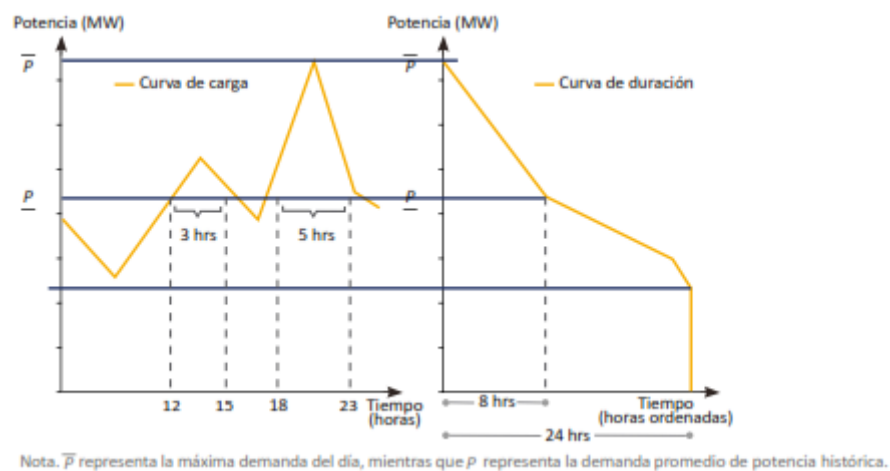


Ilustración 4: Diagrama de carga y duración.

Fuente: GPAE – Osinergmin.

1.3.3 Oferta Eléctrica.

Para poder suministrar la demanda que requiere un usuario toda una cadena de servicios se activa para poder abastecer su requerimiento dentro de ella las actividades se ven coordinadas en cuatro sectores, tres de ellos que proveen el factor físico de la demanda

requerida que son la generación, la transmisión y la distribución y un cuarto sector que de carácter comercial el cual establece los costos de satisfacer la demanda. (OSINERGMIN, 2016)

El sector de Generación tiene como principal función transformar una energía primaria (sea la clase que sea) en energía eléctrica. El traslado de la energía de las unidades generadoras hasta los centros de distribución es función del sector Transmisión dentro de las ciudades la distribución de la energía para que llegue a los clientes que las utilizaran es la función del sector Distribución y por último el uso que le de los clientes finales encaja dentro del sector Utilización (OSINERGMIN, 2016).

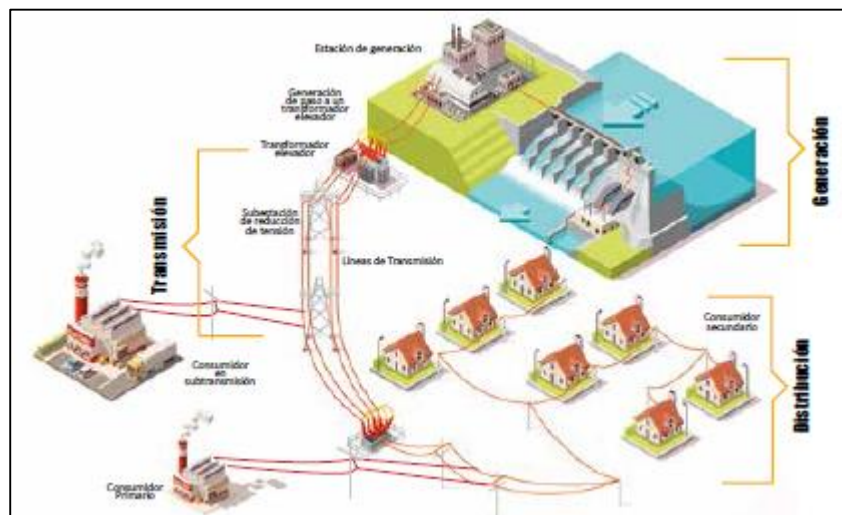


Ilustración 5: Cadena de valor de la electricidad.

Fuente: GPAE – OSINERMIN

1.3.4 Sistema Eléctrico.

El sistema eléctrico es un sistema en el cual se agrupan un conjunto de elementos cuyas características les permiten trabajar juntos para poder cumplir con los requerimientos dispuestos por los sectores eléctricos de generación, transporte y distribución de la energía con la única intención de satisfacer la demanda requerida por los usuarios.

1.3.5 Las Energías Renovables

Estas son consideradas como energía que no se acabara ya que se renuevan de forma natural o provienen de fuentes naturales, este tipo de energía se consideran renovables porque en

una escala de tiempo humano ellas no se acabarían durante su uso. Las energía que se utilizan actualmente y entran en el concepto establecido son la energía eólica del viento, la energía térmica y fotovoltaica del sol, la energía de las olas y las mareas en el mar, la energía térmica del calor de la tierra, la energía química de la materia orgánica o biomasa, y la energía de las corrientes, caudales y caídas de agua de los ríos.



Ilustración 6: Principales fuentes de energía renovable.

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2011. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

1.3.6 Energía Solar.

Es la energía que irradia el sol desde su posición en el sistema planetario al cual pertenecemos, que llega a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones generados por las reacciones nucleares de fusión que se generan en el sol, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. El sol es la fuente de energía que le da vida a todo organismo terrestre sin ella no existiría vida en el planeta sería un planeta frío sin organismos de ningún tipo exceptuando algunas bacterias ya que todos nuestros recursos energéticos son dependientes del sol de manera dependiente o independientes (Orbegozo & Arivilca, 2010).

Los combustibles fósiles son generados por la compresión de millones de años sobre residuos orgánicos de plantas y árboles que lograron su desarrollo en vida gracias a la luz solar. La energía hidráulica y eólica son energías generadas por los ciclos del agua y bajas

presiones que se logran mediante el calentamiento de la tierra por el sol. La madera de los árboles se puede usar gracias al desarrollo que tienen los mismo debido a la luz solar, por lo que se puede determinar que sin el sol no podría haber energía en este planeta (Orbegozo & Arivilca, 2010)

1.3.7 El Efecto Fotovoltaico.

Este es un efecto producido cuando el silicio o el material que se usó para el panel solar absorben la energía de la luz solar y a cambio de esta energía libera un electrón que se halla al interior de la celda. A esta la celda conectada a cables eléctricos estos guían al electrón junto con otros electrones de otra celda formando un movimiento de energía que se establece como corriente eléctrica. (Orbegozo & Arivilca, 2010).

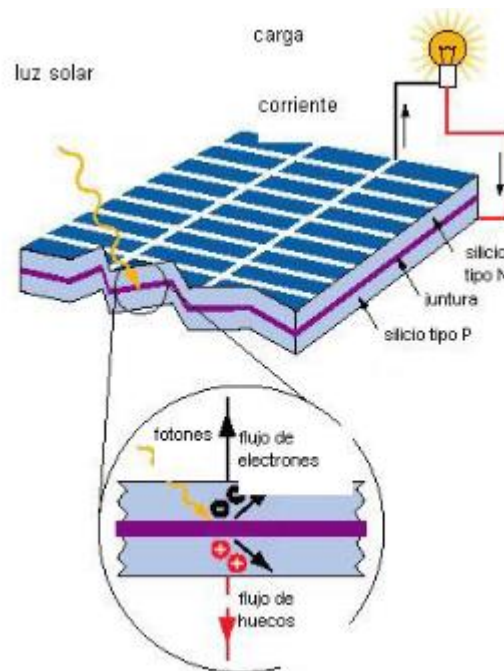


Ilustración 7: Esquema del efecto fotovoltaico.

Fuente: (Orbegozo & Arivilca, 2010)

Como en toda máquina o equipos la eficiencia es un indicador muy importante para reducir costos lo mismo pasa en los sistemas fotovoltaicos ya que la producción de estos es una de la más cara del planeta existen en la actualidad diferentes eficiencias alcanzadas en el desarrollo de la tecnología que conforma el panel fotovoltaico estas eficiencias dependen de

muchos factores pero los avances tecnológicos llevan a tener eficiencias de hasta 33% en laboratorio y de 15% en módulos comerciales (Orbegozo & Arivilca, 2010).

Tabla 1: Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celas solares

Tecnología	Símbolo	Características	Eficiencia de celdas en laboratorio(%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc - Si	tipo oblea	24	(13-15)
Silicio policristalino	mc - Si	tipo oblea	19	(12-14)
Películas de silicio cristalino cobre cerámica	f - Si	tipo oblea	17	(8-11)
Película de silicio cristalino sobre vidrio		película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio - germanio)	a - Si	película delgada	13	(6-9)
Diseleniuro de cobre - indio / galios	CIGS	película delgada	18	(8-11)
Telurio de cadmio	CdTe	película delgada	18	(7-10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)		película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Fuente: (Orbegozo & Arivilca, 2010)

1.3.8 Sistemas Fotovoltaicos Aislados.

Un sistema fotovoltaico autónomo o aislado es un sistema que por medio de la radiación solar produce energía suficiente para abastecer el suministro de alguna carga que requiera demanda de energía este tipo de centrales se pueden decir que autoabastecen de energía. La función principal de este sistema es produce energía eléctrica de la energía solar que llega al campo solar y suministrar energía almacenada en baterías a la carga que es conectada sin requerimiento de personal para su operación. Dependiendo de la configuración estas centrales pueden trabajar con voltajes entre 12 a 48 voltios (Pareja Aparicio, 2010).

Como se menciona la energía que se produce es guardada en acumuladores o llamados también baterías para que esta puede ser usada en cualquier momento que se requiera y no solo con la disponibilidad del recurso solar. este almacenamiento de energía debe dimensionarse para que el sistema pueda brindar energía aun cuando existan periodos de

baja radiación solar se habla en este caso de días nublados ya que radiación solar siempre existirá aun en pequeñas cantidades de esta forma se asegura el suministro sin interrupciones de energía eléctrica (Pareja Aparicio, 2010).

Otro componente importante es el regulador de carga es un elemento electrónico que sirve para controlar la carga y descarga de las baterías debido a que estas no deben cargarse por más de su nivel o descargarse por un porcentaje mayor al dimensionada lo que provoca en el controlador brinde alarmas para una toma de decisiones sobre el dimensionamiento de la instalación eso logra que la batería cumpla con su ciclo de vida y puedan ser utilizadas de manera adecuada (Pareja Aparicio, 2010).

Las centrales fotovoltaicas autónomas son muy útiles y a veces la única opción para lugares que están muy lejos de la conexión de redes eléctricas debió a la imposibilidad física o económica de llevar redes a esos lugares. Superan por mucho a los abastecimientos por grupos electrógenos aparte de ser una generación limpia y sin ruidos, no requiere operación y mantenimientos costosos. (Pareja Aparicio, 2010).

1.3.9 Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.

Un sistema fotovoltaico autónomo tiene diferentes elementos, pero de manera general se detallan como los paneles fotovoltaico que son los encargados de la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, el regulador de carga que es el encargado de controlar que las baterías no se sobrecarguen, la batería o también llamado acumulador que es el encargado de almacenar la energía para usarla cuando sea necesario y por último el convertidor que se encarga de cambiar la energía que se almacena como energía en corriente directa y entregarla para las cargas como energía en corriente alterna.

1.4 Formulación del Problema

¿Cómo se podrá abastecer de energía eléctrica a los fundos del distrito de Monsefú?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Técnica.

La importancia de desarrollar esta investigación de manera técnica es porque va a permitir brindar energía eléctrica a los fundos de Monsefú, con lo cual tendrán acceso a un servicio

ininterrumpido de electricidad, además de tener un conocimiento técnico y científico, sobre cómo se puede usar la energía fotovoltaica del sol y como transformarla en electricidad para el fundo. Logrando de esta manera un desarrollo tecnológico, mecanizando unos procesos manuales que ayudarían a mejorar la producción, además de mejorar el día a día de los pobladores de dichos fundos

1.5.2 Económica

El presente proyecto se justifica ya que al contar con energía eléctrica en forma constante permitirá mecanizar la producción de los fundos de Monsefú, para poder generar otros productos. Y también les permite realizar otras actividades durante la noche que antes no se hubiesen podido ejecutar, al mismo tiempo que la población se beneficia porque esta energía no generara un costo mensual lo cual significa que es un ahorro económico para esta población

1.5.3 Social

Al contar con la energía eléctrica los fundos de Monsefú, permite a los habitantes mejorar su calidad de vida, podrán realizar sus actividades cotidianas mucho más fácil y más rápido que antes , además conservar sus alimentos, tener acceso a los medios de comunicación como radio, televisión, mejorar la iluminación durante las noches.

1.5.4 Ambiental.

Este proyecto contempla el desarrollo de una tecnología que tendrá o generara un impacto ambiental positivo, esto se deba a que la energía generada se lograra mediante el uso de tecnología que para energía limpia utilizando la energía fotovoltaica del sol y por un proceso químico hermético sin contacto con el medio ambiente produce energía eléctrica esto no genera impactos ambiental negativo, al contrario es muy positivo tanto para la humanidad como para nuestro planeta, ayudamos a reducir la producción de gases de invernadero que contaminan el medio ambiente, también ayudamos a limpiar el aire y evitamos que la contaminación entre a nuestros pulmones, previniendo así un sin número de enfermedades respiratorias.

1.6 Hipótesis.

Un sistema de generación fotovoltaica permitirá abastecer de energía a los fundos del Distrito de Monsefú

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar un sistema de generación fotovoltaica para abastecer energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú

1.7.2 Objetivos Específicos

- ✓ Calcular la demanda de energía que satisfaga la operación a los fundos del Distrito de Monsefú.
- ✓ Evaluar el potencial solar fotovoltaico en los fundos del Distrito de Monsefú.
- ✓ Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú
- ✓ Evaluar económicamente el sistema de generación eléctrica fotovoltaica.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

No Experimental

El presente trabajo que se presenta es una investigación del aplicativo ya que tiene base en la teoría, porque pretende solucionar un problema, a los métodos de los sistemas fotovoltaicos.

Además, esta tesis fue considerada cuantitativa para la respuesta numérica.

Considerando que se va a determinar el efecto o influencia de un determinado elemento o sistema, sobre la variable que analiza y aplica dentro de la categoría de investigación experimental.

Descriptiva

Se denomina descriptiva ya que se desarrollará sin intervención del investigador describiéndose la realidad tal y cual se muestra.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

Sistema de Generación Fotovoltaico

2.2.2 Variable Dependiente.

Calidad de energía para abastecer al Fundo Guzmán

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

Tabla 2: Cuadro de Operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema de Generación Fotovoltaico	Conjunto de tecnologías que se establecen como un sistema para la generación de energía eléctrica por medio de la transformación de la energía solar fotovoltaica.	El sistema fotovoltaico se determina o diseña para suministrar energía eléctrica al Fundo Guzmán el cual actualmente no cuenta con este servicio.	Demanda de Energía - kW Energía - kWh	Nominal Nominal
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Calidad de energía para abastecer al Fundo Guzmán	La calidad de energía eléctrica es utilizada para definir un estándar a la energía suministrada para una carga en particular.	Control de los parámetros en el suministro de energía eléctrica	Energía - kWh Voltaje - V Amperaje - A	Nominal Nominal Nominal

Fuente: Propia

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población.

Este trabajo experimental se desarrolló en el caserío Alican Alto, Distrito de Monsefu, Departamento de Lambayeque y Provincia de Chiclayo.

2.3.2 Muestra.



Ilustración 8: Elementos del sistema fotovoltaico.

Fuente: (Pareja Aparicio, 2010)

Se presentaron cinco fundos con las características similares pero se tomó como muestra al fundo Guzmán.

Diseño estadístico

Para probar la hipótesis y determinar el grado de desviación de datos, se usó el estudio estadístico de la prueba de nivel, significancia al 5% lo cual significa que los resultados expresa que probabilidades falta al 5%

$$Z = \frac{\hat{p} - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}$$

π :es la hipótesis nula

p : es proporción de la muestra

n : observaciones

2.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 3: Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Entrevista	Conocer futuros equipamientos en el fundo Guzmán.	Preguntas de Entrevista Energética
Observación	Llevar registro de las cargas que consumen energía en el fundo Guzmán. Llevar registro de la cantidad de radiación en el fundo Guzmán.	Ficha de consumo de energía Ficha de registro de radiación.
Análisis de Documentos	Se utilizara para buscar datos que tengan relevancia para la investigación en otros documentos como investigaciones antecedentes de la misa o libros o fichas técnicas.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Propia

2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

Para poder obtener los datos necesarios para desarrollar la investigación como se menciona en la Tabla 3 se desarrollaron instrumentos de recolección específicos para la investigación que se pretende llevar cada cual obedece a una técnica para poder establecer que datos obtener del incitu o por medios secundarios.

Entrevista

Esta técnica se emplear por que los datos que se quieren obtener se basan en gran parte en el conocimiento que se ha adquirido por el tiempo en las personas de la comunidad, la técnica consiste en entablar una conversación dirigida a las personas que trabajan y viven en el fundo

así poder obtener respuestas específicas que permitan definir parámetros que sean necesarios para el diseño de un sistema fotovoltaico para el fundo.

Observación

Esta técnica se utilizó para poder medir los diferentes valores de los indicadores requeridos con la intención de obtener la información necesaria para diseñar el sistema de generación de energía solar fotovoltaico, como el consumo de energía actual en el fundo Guzmán para calcular su diagrama de carga diaria y su máxima demanda.

También se utilizará para realizar mediciones diarias de la radiación solar en el lugar donde se realizara el estudio.

Revisión documental

Mediante esta técnica se realizara la búsqueda de la normatividad vigente para el diseño de sistemas de generación solar fotovoltaica y selección de equipos estandarizados en documentos especializados.

2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Ficha de Registro de radiación.

El instrumento que se desarrolló servirá para registrar la radiación en el fundo Guzmán para poder determinar el potencial energético que tiene la zona del estudio, esta se deberá establecer mediante los datos geo referenciados que se tienen del lugar así como la toma de las medidas teniendo tanto la fecha y la hora de las mismas.

Ficha de Registro de Consumo de Energía

Este instrumento permitió registrar las cargas y tiempos de consumo de energía en el fundo para poder determinar mediante cálculos los factores que permitan establecer el consumo de energía.

Ficha de Revisión Documentaria

Este instrumento permitió recolectar los datos de otras investigaciones referentes al tema en mención, así como las que sirven para brindar aportes como antecedentes para justificar

datos con respaldo de otras investigaciones. Además, se revisarán libros y documentos como catálogos para recolectar datos técnicos.

Este instrumento también permitió registrar de los recibos del cobro de energía los costos que permitirán la evaluación económica del sistema que se diseñó

2.4.3 Validez

La presente investigación para determinar la confiabilidad de los datos de las repuestas recogidas se hará la prueba de la hipótesis de la investigación y el nivel de significancia será el 5%.

2.4.4 Confiabilidad.

Al nivel de significancia al 5% la hipótesis será aceptada si es que los valores aceptados serán menores.

Analizar buscar el nivel de significancia de la hipótesis en un 5% que los datos no sean válidos.

2.5 Métodos de Análisis de Datos.

El análisis de datos (radiación solar, consumos energéticos) se hará mediante la utilización de estadística descriptiva con lo que se tabularán los datos y evaluarán los factores de consumo así como la descripción de las variables de estudio.

Técnicas de estadísticas de evaluación.

Para evaluar si la hipótesis del diseño fotovoltaico se usará la técnica estadística de la prueba T.

2.6 Aspectos Éticos.

Como investigadores para ostentar el título de ingeniero toda la investigación en todo momento obedeció y respetó la normativa del código Ontológico del Colegio de Ingenieros de Perú que establece que el ingeniero en su profesión debe ser un elemento ético y moral para la sociedad con vocación de servir. Dicho precepto se respetó utilizando la información brindada sin romper la confianza que se depositó en el investigador.

III. RESULTADOS

3.1 Cálculo de la demandad de energía que satisfaga la operación a los fundos de los distritos de Monsefú.

Debido a que los fundos del distrito de Monsefú esta ubicados de manera dispersa, el sistema fotovoltaico deberá suministrar energía a cada fundo por separado, así que se tendrá que calcular la Energía Eléctrica consumida y la Máxima Demanda por cada fundo de manera específica en el distrito de Monsefú:

La ubicación geográfica de la zona del lugar de estudio para la investigación está en:

Departamento	:	Lambayeque
Provincia	:	Chiclayo
Distrito	:	Monsefú
Sector	:	Fundos de Monsefú

CLIMA, TOPOLOGÍA Y GEOLOGÍA

Clima.

El clima de la zona es típico de sierra las temperaturas promedio son encuentra entre el intervalo de 20 a 25 grados centígrados, las precipitaciones fluviales tienen un promedio al año de 700 mm, y la humedad se registra según el SENAMHI entre el 60% y 80%:

Velocidad del viento máxima:	70 km/h
Humedad relativa mínima	: 60 %
Humedad relativa máxima	: 80 %
Temperatura máxima	: 25 ° C
Temperatura mínima	: 20 ° C
Temperatura promedio anual	: 12 ° C

Topografía y geología superficial

La topografía del área de estudio es típica de los valles formados en la sierra con parcelas agropecuarias y con cerros cubiertos generalmente con árboles en algunos sectores; El

relieve del terreno es ligeramente accidentada, con áreas de cultivo de cereales y poca ganadería.

VÍAS DE ACCESO

El acceso a la zona del proyecto se efectúa por una vía terrestre principal que es la Carretera Panamericana con dirección a la ciudad de Requena carretera asfaltada aproximadamente con un promedio de 1.0 horas para llegar a dichos fundos.

ACTIVIDAD ECONÓMICA

Las Principales Actividades de la zona son la agricultura, destacando los siguientes cultivos como el maíz amarillo, papa, frejol; en menores cantidades está la alverja. Dentro de la actividad pecuaria se tiene la crianza de animales suficiente para satisfacer la demanda de carne, los agricultores poseen ganado vacuno y en menor escala porcino, ovino y aves de corral.

CALIFICACIÓN ELÉCTRICA

La calificación eléctrica real se toma teniendo en cuenta el consumo mensual típico de las localidades que se encuentran cercanas a la zona del proyecto y que tiene similitud en sus formas de vida.

Por lo que, para efectos de cálculo, debido al cuadro de cargas del Proyecto asumimos una calificación eléctrica de 400 W/lote, factor de simultaneidad 0.5, y 1000 W/Lote para Uso General, según lo indicado en la norma vigente de calificación eléctrica R.M. N° 531-2004-EM/DGE.

CÁLCULO DE MÁXIMA DEMANDA FUNDO DE MONSEFÚ

En la tabla 4 que se muestra a continuación se pueden observar las cargas de consideración que represente a uno de los fundos del distrito de Monsefú, se consideró una cantidad general de equipos por vivienda para después calcular el total de potencia considerando la potencia de cada equipo. Con esto se determinó la demanda de toda la localidad. Dentro de la consideración de los equipos se establecieron también cargas especiales como se pueden observar.

Tabla 4: Cargas de fundo.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA	HORAS	CONSUMO
1	Focos ahorradores	8	11	4	352
2	Radio	1	18	2	36
3	TV	1	45	4	180
4	Reproductor de DVD	1	20	2	40
5	Cargador de celulares	1	5	1	5
6	Carga especial	1	1100	2	2200
			TOTAL		2813.00

Fuente: Propia

Según los datos descritos se calculó la cantidad de la Máxima Demanda (MD) para un fundo particular de Monsefú la cual sería de 2813.00 wh/día. Como se muestra en la tabla descrita anteriormente.

3.2 Evaluar el potencial solar fotovoltaico en los fundos del Distrito de Monsefú.

Se tomaron medidas con Solari metro (VER ANEXO 04) in situ desde las 6:00 am (6:00) hasta las 6:00 pm (18:00) se realizaron mediciones cada 15 minutos teniendo como resultados los siguientes:

Tabla 5: Intervalos de Mediciones tomadas.

HORA	INTERVALOS DE MEDICIÓN			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
1	06:00	06:15	06:30	07:00
2	07:00	07:15	07:30	08:00
3	08:00	08:15	08:30	09:00
4	09:00	09:15	09:30	10:00
5	10:00	10:15	10:30	11:00
6	11:00	11:15	11:30	12:00
7	12:00	12:15	12:30	13:00
8	13:00	13:15	13:30	14:00
9	14:00	14:15	14:30	15:00
10	15:00	15:15	15:30	16:00
11	16:00	16:15	16:30	17:00
12	17:00	17:15	17:30	18:00

Fuente: Propia

Tabla 6: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 19/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	24	26	32	38	89	41.80
07:00 am - 08:00 am	89	127	341	111	497	233.00
08:00 am - 09:00 am	497	507	573	716	639	586.40
09:00 am - 10:00 am	639	816	834	846	720	771.00
10:00 am - 11:00 am	720	850	837	879	882	833.60
11:00 am - 12:00 mm	882	869	873	798	869	858.20
12:00 mm - 01:00 pm	869	900	879	889	827	872.80
01:00 pm - 02:00 pm	827	885	895	896	901	880.80
02:00 pm - 03:00 pm	901	875	887	886	837	877.20
03:00 pm - 04:00 pm	837	839	795	727	729	785.40
04:00 pm - 05:00 pm	729	618	579	533	358	563.40
05:00 pm - 06:00 pm	358	307	287	147	85	236.80

Fuente: Propia

Tabla 7: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 20/05/2019.

Intervalo de tiempo	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	1	3	7	9	13	6.60
07:00 am - 08:00 am	13	43	27	55	80	43.60
08:00 am - 09:00 am	72	66	141	282	257	163.60
09:00 am - 10:00 am	627	658	809	726	752	714.40
10:00 am - 11:00 am	743	825	802	839	782	798.20
11:00 am - 12:00 mm	701	875	702	812	854	788.80
12:00 mm - 01:00 pm	836	644	756	716	785	747.40
01:00 pm - 02:00 pm	715	694	744	633	805	718.20
02:00 pm - 03:00 pm	689	676	729	749	766	721.80
03:00 pm - 04:00 pm	807	791	721	785	716	764.00
04:00 pm - 05:00 pm	552	451	606	517	583	541.80
05:00 pm - 06:00 pm	266	349	257	210	57	227.80

Fuente: Propia

Tabla 8: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 21/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	29	31	36	43	81	44.00
07:00 am - 08:00 am	81	135	351	419	450	287.20
08:00 am - 09:00 am	501	512	577	721	643	590.80
09:00 am - 10:00 am	643	819	843	845	825	795.00
10:00 am - 11:00 am	717	853	846	885	848	829.80
11:00 am - 12:00 mm	848	867	890	814	888	861.40
12:00 mm - 01:00 pm	888	892	879	887	876	884.40

01:00 pm - 02:00 pm	876	888	892	904	897	891.40
02:00 pm - 03:00 pm	897	866	895	889	846	878.60
03:00 pm - 04:00 pm	846	839	798	735	612	766.00
04:00 pm - 05:00 pm	612	645	587	546	428	563.60
05:00 pm - 06:00 pm	428	315	297	157	78	255.00

Fuente: Propia

Tabla 9: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 22/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	5	13	17	22	47	20.80
07:00 am - 08:00 am	47	40	27	52	73	47.80
08:00 am - 09:00 am	73	65.4	215	295	620	253.68
09:00 am - 10:00 am	620	667	807	729	738	712.20
10:00 am - 11:00 am	738	826	795	845	709	782.60
11:00 am - 12:00 mm	709	879	801	817	835	808.20
12:00 mm - 01:00 pm	835	645	754	719	720	734.60
01:00 pm - 02:00 pm	720	695	737	638	687	695.40
02:00 pm - 03:00 pm	687	687	727	759	798	731.60
03:00 pm - 04:00 pm	798	792	723	789	567	733.80
04:00 pm - 05:00 pm	567	462	615	526	249	483.80
05:00 pm - 06:00 pm	249	350	253	213	59	224.80

Fuente: Propia

Tabla 10: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 23/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	2	4	8	10	14	7.60
07:00 am - 08:00 am	12	44	28	56	81.6	44.32
08:00 am - 09:00 am	71.2	65.4	141.3	283	259	163.98
09:00 am - 10:00 am	628	659	810	727	753	715.40
10:00 am - 11:00 am	744	826	803	840	783	799.20
11:00 am - 12:00 mm	702	876	703	813	855	789.80
12:00 mm - 01:00 pm	837	645	757	717	786	748.40
01:00 pm - 02:00 pm	716	695	745	634	806	719.20
02:00 pm - 03:00 pm	690	677	730	750	767	722.80
03:00 pm - 04:00 pm	808	792	722	786	717	765.00
04:00 pm - 05:00 pm	553	452	607	518	584	542.80
05:00 pm - 06:00 pm	267	350	258	211	58	228.80

Fuente: Propia

Tabla 11: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 24/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	12	14	18	20	24	17.60
07:00 am - 08:00 am	22	54	38	66	91	54.20
08:00 am - 09:00 am	82	76	142	283	270	170.60
09:00 am - 10:00 am	630	670	827	739	763	725.80
10:00 am - 11:00 am	764	846	815	855	795	815.00
11:00 am - 12:00 mm	715	896	717	820	867	803.00
12:00 mm - 01:00 pm	850	655	777	727	795	760.80
01:00 pm - 02:00 pm	736	708	765	743	960	782.40
02:00 pm - 03:00 pm	680	687	743	765	776	730.20
03:00 pm - 04:00 pm	828	798	736	796	727	777.00
04:00 pm - 05:00 pm	573	472	627	538	610	564.00
05:00 pm - 06:00 pm	287	573	278	211	48	279.40

Fuente: Propia

Tabla 12: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 25/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	7	14	18	27	49.2	23.04
07:00 am - 08:00 am	49.2	78.4	103.2	199	260	137.96
08:00 am - 09:00 am	260	308	355	672	701	459.20
09:00 am - 10:00 am	701	850	826	857	755	797.80
10:00 am - 11:00 am	755	823	836	866	855	827.00
11:00 am - 12:00 mm	855	878	886	885	887	878.20
12:00 mm - 01:00 pm	887	883	891	906	912	895.80
01:00 pm - 02:00 pm	912	880	879	852	845	873.60
02:00 pm - 03:00 pm	845	841	822	801	730	807.80
03:00 pm - 04:00 pm	730	735	670	586	591	662.40
04:00 pm - 05:00 pm	591	568	518	445	402	504.80
05:00 pm - 06:00 pm	402	282	170.1	88.2	58.1	200.08

Fuente: Propia

Tabla 13: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 26/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	17	19	24	29	97.2	37.24
07:00 am - 08:00 am	97.2	105.2	170.2	260	355	197.52
08:00 am - 09:00 am	355	852	848	491	703	649.80
09:00 am - 10:00 am	703	852	816	850	756	795.40
10:00 am - 11:00 am	756	823	838	886	860	832.60
11:00 am - 12:00 mm	860	880	887	882	889	879.60
12:00 mm - 01:00 pm	889	887	893	907	914	898.00

01:00 pm - 02:00 pm	914	882	883	852	847	875.60
02:00 pm - 03:00 pm	847	843	825	800	728	808.60
03:00 pm - 04:00 pm	728	737	672	588	596	664.20
04:00 pm - 05:00 pm	596	570	530	447	403	509.20
05:00 pm - 06:00 pm	403	282	174.1	53.1	27.1	187.86

Fuente: Propia

Tabla 14: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 27/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	12	15	32	56	80	39.00
07:00 am - 08:00 am	80	69.5	64.1	126.4	158.3	99.66
08:00 am - 09:00 am	158.3	196.3	344	430	399	305.52
09:00 am - 10:00 am	399	293	613	738	722	553.00
10:00 am - 11:00 am	722	745	806	753	805	766.20
11:00 am - 12:00 mm	805	820	868	831	880	840.80
12:00 mm - 01:00 pm	880	860	604	514	814	734.40
01:00 pm - 02:00 pm	814	793	821	786	825	807.80
02:00 pm - 03:00 pm	825	762	760	735	798	776.00
03:00 pm - 04:00 pm	798	648	615	562	582	641.00
04:00 pm - 05:00 pm	582	526	306	205	360	395.80
05:00 pm - 06:00 pm	360	357	198	69.1	33.4	203.50

Fuente: Propia

Tabla 15: Mediciones de niveles de radiación solar tomadas con Solari metro en W/ m2 con fecha 28/05/2019.

Intervalo de tiempo	1	2	3	4	5	Promedio
06:00 am - 07:00 am	15	22	19	247	58.1	72.22
07:00 am - 08:00 am	58.1	63	116.4	142.1	292	134.32
08:00 am - 09:00 am	292	358	415	691	893	529.80
09:00 am - 10:00 am	893	395	542	782	640	650.40
10:00 am - 11:00 am	640	925	830	832	825	810.40
11:00 am - 12:00 mm	825	872	864	870	891	864.40
12:00 mm - 01:00 pm	891	914	958	930	612	861.00
01:00 pm - 02:00 pm	612	758	818	562	875	725.00
02:00 pm - 03:00 pm	875	781	683	624	648	722.20
03:00 pm - 04:00 pm	648	624	563	577	524	587.20
04:00 pm - 05:00 pm	524	630	281	156	359	390.00
05:00 pm - 06:00 pm	359	358	199	68.7	32.2	203.38

Fuente: Propia

Tabla 16: Determinación de los niveles de radiación solar promedio en kWh/m2.

	Niveles Promedios de Radiación Solar (w/m2)												Radiación Solar en w.h/m2
	06:00 a.m.	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.	03:00 p.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	
19/05/2019	41.80	233.00	586.40	771.00	833.60	858.20	872.80	880.80	877.20	785.40	563.40	236.80	7540.40
20/05/2019	6.60	43.60	163.60	714.40	798.20	788.80	747.40	718.20	721.80	764.00	541.80	227.80	6236.20
21/05/2019	44.00	287.20	590.80	795.00	829.80	861.40	884.40	891.40	878.60	766.00	563.60	255.00	7647.20
22/05/2019	20.80	47.80	253.68	712.20	782.60	808.20	734.60	695.40	731.60	733.80	483.80	224.80	6229.28
23/05/2019	7.60	44.32	163.98	715.40	799.20	789.80	748.40	719.20	722.80	765.00	542.80	228.80	6247.30
24/05/2019	17.60	54.20	170.60	725.80	815.00	803.00	760.80	782.40	730.20	777.00	564.00	279.40	6480.00
25/05/2019	23.04	137.96	459.20	797.80	827.00	878.20	895.80	873.60	807.80	662.40	504.80	200.08	7067.68
26/05/2019	37.24	197.52	649.80	795.40	832.60	879.60	898.00	875.60	808.60	664.20	509.20	187.86	7335.62
27/05/2019	39.00	99.66	305.52	553.00	766.20	840.80	734.40	807.80	776.00	641.00	395.80	203.50	6162.68
28/05/2019	72.22	134.32	529.80	650.40	810.40	864.40	861.00	725.00	722.20	587.20	390.00	203.38	6550.32

Fuente: Propia

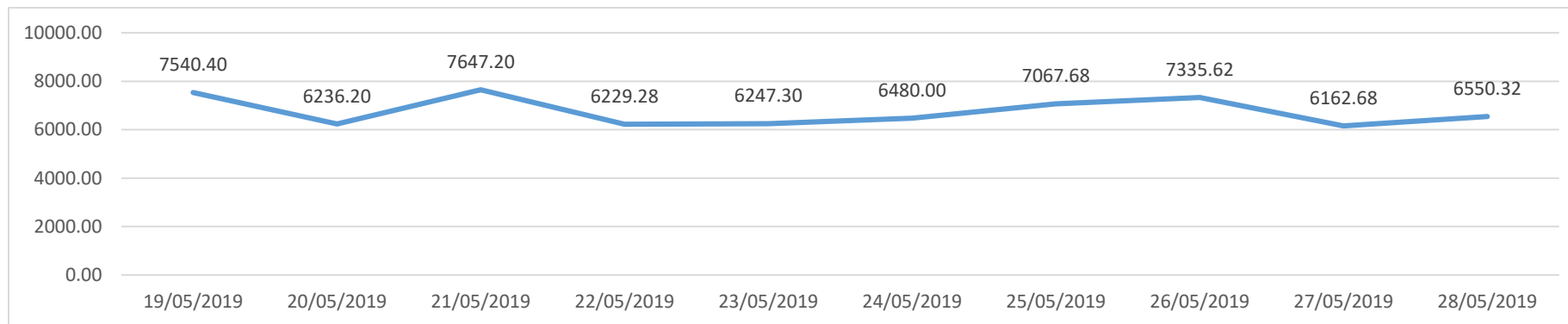


Ilustración 9: Evolución de los Niveles de Radiación Solar promedio en wh/m2.

Fuente: Propia

Tabla 17: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kw.h/m2.

Días de toma de datos	Niveles de radiación solar promedio	
	Wh/m2	kWh/m2
19/05/2019	7540.4	7.54
20/05/2019	6236.2	6.24
21/05/2019	7647.2	7.65
22/05/2019	6229.28	6.23
23/05/2019	6247.3	6.25
24/05/2019	6480	6.48
25/05/2019	7067.68	7.07
26/05/2019	7335.62	7.34
27/05/2019	6162.68	6.16
28/05/2019	6550.32	6.55

Fuente: Propia.

En la tabla 14 se encuentran los promedios de los niveles de radiación solar en kilowatts hora por metro cuadrado (kWh/m2) teniendo el nivel máximo promedio un valor de 7.65 kWh/m2 y el nivel mínimo promedio un valor de 6.23 kWh/m2.

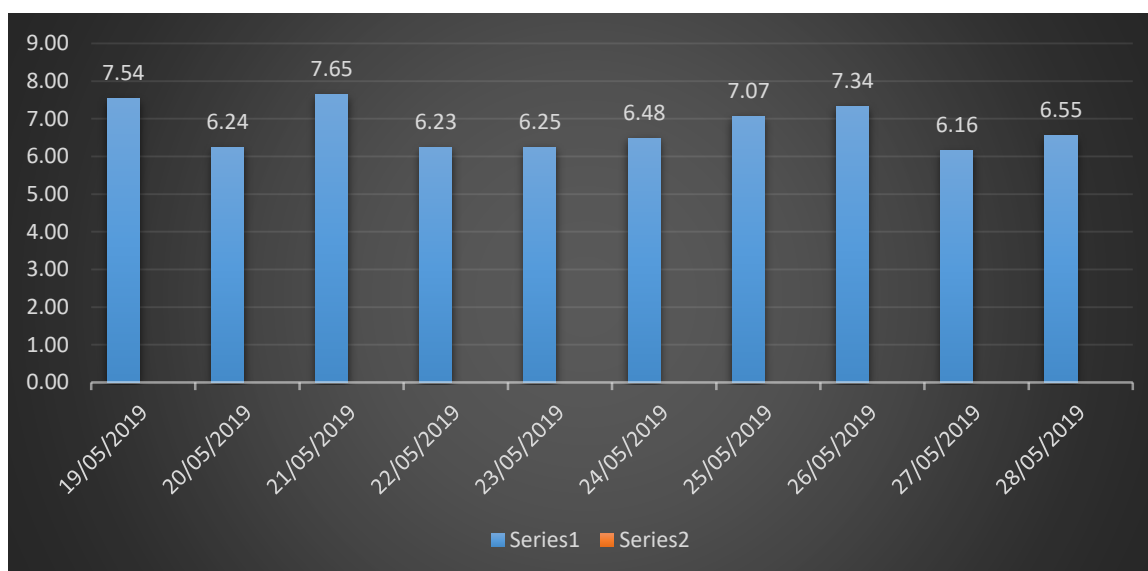


Ilustración 10: Diagrama de barras de la evolución de los Niveles Promedio de Radiación Solar en kWh/m2.

Fuente: Propia

En la figura se muestra la evolución que tiene el potencial solar en los días que se han tomado las mediciones con el Solari metro (desde el 19/05/2019 al 28/05/2019), para lo cual se evidencia que con fecha 19/05/2019 se tiene un potencial solar promedio de 7.54 kw.h/m² y con fecha 28/05/2019 se tiene 6.55 kWh/m² y con fecha 22/05/2019 un valor de 6.23 kWh/m² siendo este el valor mínimo, valor que se tomara en cuenta para efectos de cálculo en el sistema fotovoltaico que se diseñó con la intención de suministrar energía a los fundos del distrito de Monsefú.

Tabla 18: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w/m2 determinados con el método de Weibull.

	Niveles Promedios de Radiación Solar (w/m2)												Radiación Solar en w/m2
	6:00 a. m.	7:00 a. m.	8:00 a. m.	9:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.	1:00 p. m.	2:00 p. m.	3:00 p. m.	4:00 p. m.	5:00 p. m.	
19/05/2019	41.80	233.00	586.40	771.00	833.60	858.20	872.80	880.80	877.20	785.40	563.40	236.80	628.37
20/05/2019	6.60	43.60	163.60	714.40	798.20	788.80	747.40	718.20	721.80	764.00	541.80	227.80	519.68
21/05/2019	44.00	287.20	590.80	795.00	829.80	861.40	884.40	891.40	878.60	766.00	563.60	255.00	637.27
22/05/2019	20.80	47.80	253.68	712.20	782.60	808.20	734.60	695.40	731.60	733.80	483.80	224.80	519.11
23/05/2019	7.60	44.32	163.98	715.40	799.20	789.80	748.40	719.20	722.80	765.00	542.80	228.80	520.61
24/05/2019	17.60	54.20	170.60	725.80	815.00	803.00	760.80	782.40	730.20	777.00	564.00	279.40	540.00
25/05/2019	23.04	137.96	459.20	797.80	827.00	878.20	895.80	873.60	807.80	662.40	504.80	200.08	588.97
26/05/2019	37.24	197.52	649.80	795.40	832.60	879.60	898.00	875.60	808.60	664.20	509.20	187.86	611.30
27/05/2019	39.00	99.66	305.52	553.00	766.20	840.80	734.40	807.80	776.00	641.00	395.80	203.50	513.56
28/05/2019	72.22	134.32	529.80	650.40	810.40	864.40	861.00	725.00	722.20	587.20	390.00	203.38	545.86

Fuente: Propia

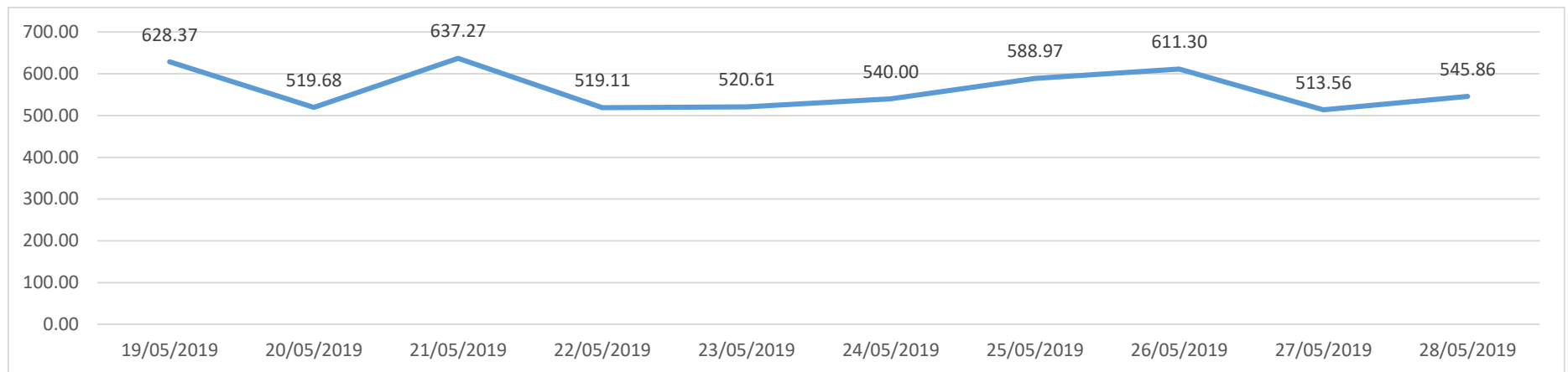


Ilustración 11: Evolución del Promedio de los Niveles de Radiación Solar en w/m2.

Fuente: Propia

Tabla 19: Distribución De Weibull.

DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL										
i	horas	Frecuencia Porcentual	Frecuencia Acumulada	ti = irradiancia w/m2	Ln (ti)	$Ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - Fa} \right) \right]$	$(X - \bar{X})$	$(Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X})^2$
1	12	0.100000	0.100000	513.56	6.241367	-2.25037	-0.087625	-2.169610	0.190111	0.007678
2	12	0.100000	0.200000	519.11	6.252116	-1.49994	-0.076876	-1.419182	0.109101	0.005910
3	12	0.100000	0.300000	519.68	6.253213	-1.030930	-0.075778	-0.950173	0.072002	0.005742
4	12	0.100000	0.400000	520.61	6.255001	-0.671727	-0.073990	-0.590969	0.043726	0.005475
5	12	0.100000	0.500000	540.00	6.291569	-0.366513	-0.037422	-0.285755	0.010694	0.001400
6	12	0.100000	0.600000	545.86	6.302363	-0.087422	-0.026629	-0.006664	0.000177	0.000709
7	12	0.100000	0.700000	588.97	6.378375	0.185627	0.049384	0.266384	0.013155	0.002439
8	12	0.100000	0.800000	611.30	6.415588	0.475885	0.086596	0.556643	0.048203	0.007499
9	12	0.100000	0.900000	628.37	6.443129	0.834032	0.114138	0.914790	0.104412	0.013027
10	12	0.100000	1.000000	637.27	6.457193	3.603779	0.128202	3.684537	0.472365	0.016436
SUMATORIA	120				63.28991	-0.807576			1.063946	0.066315

Fuente: Propia

Teniendo lo siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum \ln (ti)}{n} = \frac{63.28991}{10} = 6.33$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - Fa} \right) \right]}{n} = \frac{-0.807576}{10} = -0.08$$

Hallando el factor de forma:

$$K = \frac{\sum (X - \bar{X}) (Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{1.063946}{0.066315}$$

$$K = 16.04$$

Se tiene que:

$$y = b - Kx \text{ Entonces:}$$

$$b = -0.08 - (16.04)(6.33) = -101.62$$

Hallando el factor de escala:

$$C = e^{\left(-\frac{b}{K}\right)}$$

$$C = e^{\left(-\frac{-101.62}{16.04}\right)}$$

$$C = 563.42$$

Hallando el promedio de la irradiación solar:

Utilizando los valores del factor de forma K y el factor de escala C, obtenidos se determinó.

Tabla 20: Factores de forma K y escala.

Lugar	Factor de forma K	Factor de escala w/m2
Fundo San Luis	16.04	563.42

Fuente: Propia

El factor C que es el factor de escala C (w/m2) determina la irradiación solar promedio del lugar de estudio siendo esta:

$$promedio\ de\ Radiacion = 563.42 \frac{w}{m2} = 563.42 \times \frac{12}{1000} \text{ kwh/m2}$$

$$promedio\ de\ Radiacion = 6.76 \text{ kwh/m2}$$

En tal sentido tenemos que mediante el método convencional se obtiene:

Tabla 21: Niveles de Radiación Solar Promedio Total en kWh/m2.

Metodología Utilizada	Niveles de Radiación Solar (mínimo)	Niveles de Radiación Solar (máximo)
Metodología Convencional	6.23 kwh/m2	7.65 kwh/m2
Metodología Distribución de Weibull	6.76 kwh/m2	

Fuente: Propia

En tal sentido para criterios de diseño para el presente trabajo de investigación se usará como radiación solar promedio el valor de:

$$Radiación\ Solar\ Promedio = 6.23 \text{ kwh/m2}$$

3.3 Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú.

a) Dimensionamiento del módulo solar:

Se determinaron la cantidad de módulos requeridos para el sistema fotovoltaico.

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{Cp}$$

Donde:

Q_{Ah} : : Consumo medio de la carga diaria

N_p : : Número de paneles en serie

Cp : : Corriente que genera al día el panel

Cálculo de Corriente que genera al día el panel C_p

Donde tenemos que:

$$EP = P_{MPP} HPS_{crit} PR$$

Donde:

P_{MPP} : Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC

EP : Capacidad de generación de energía de un panel

PR : Factor global de funcionamiento

HPS_{crit} : Horas de sol pico promedio

Cálculo del HPS

Siendo el valor de radiación solar de 6.23 kw.h/m² y según los parámetros eléctricos para condiciones estándares de medición (CEM) que se consideran en el laboratorio de 1000wh/m² de irradiancia solar para una temperatura de 25°C que es la temperatura a la que se considera las celdas calentadas por el efecto térmico de la energía solar, esta temperatura es la considerada como temperatura ambiente que se considera a 25°C.

Con los datos que se cuentan se calculó las horas pico solares en un promedio, el cálculo se determina de una división entre la irradiancia a la cual se construye el panel y la radiación que existe en la zona del estudio.

$$HPS_{crit} = \frac{I_{pi}}{I_{SCT}}$$

Donde:

HPS_{crit} : Horas sol pico

I_{SCT} : Potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC) en Wh/m²

I_{pi} : Valor de la irradiación incidente en Wh/m²

Los resultados obtenidos son:

$$HPS_{crit} = 6.23$$

Entonces la energía que se determina por panel sera:

$$\begin{aligned} EP &= P_{MPP} HPS_{crit} PR \\ EP &= (150) (6.23) (0.90) \\ EP &= 842.05 \text{ W} \end{aligned}$$

Se calcula la intensidad eléctrica que el campo solar generara en un día.

$$\begin{aligned} Cp &= HPS_{crit} I \\ Cp &= 6.23 (8.85) Ah/dia \end{aligned}$$

Se determinar un panel de modelo EX150M (156) cuyo fabricante es Fabricante Exiom Solution S.A con una potencia pico de 150 para condiciones de STC.

Cálculo de Consumo Medio de la Carga Diaria Q_{Ah}

El consumo que tendrá la carga del fundo a diario se calcula en amperios - hora

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

Donde:

L_{md} : Consumo medio de energía diaria
 Q_{Ah} : Consumo medio de la carga diaria
 V_{BAT} : Voltaje nominal del Banco Batería

El consumo determinado es constante durante todo el año condición que no sucedería así si existieran variaciones en los consumos durante las estaciones. Por lo que es consumo de energía promedio total al año será de:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

$$Q_{Ah} = \frac{2.813}{24} = 117.21 \text{ Ah/dia}$$

Se calcula el número de paneles en paralelo:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p}$$

$$N_p = \frac{117.21}{55.14} = 2.13 \approx 2$$

Lo que muestra que cada fundo para el consumo que se determinó según la radiación que se estableció requerirá dos paneles fotovoltaicos de los establecidos. De esta manera se cubrirá la demanda que requiere el fundo durante todo el año.

b) Dimensionamiento de la Batería

Para poder determinar las dimensiones de la baterías que en algunos casos si no se encuentra la baterías con la suficiente capacidad se soluciona teniendo un banco de baterías, para su dimensionamiento de la baterías o del banco de baterías se debe de considerar las profundidades de descarga que se maneja de manera diaria el cual no debe pasar de un 25% y una descarga de batería de acuerdo a la estación que no es mayor del 70%, el otro factor que se maneja para el dimensionamiento son los días de autonomía que se consideran según lo investigado como un mínimo de 3.

-

Considerando los criterios de descarga y autonomía para los acumuladores se cuantifico la capacidad nominal de los acumuladores con función de la descarga que tendrán de manera diaria y a la estación. Un criterio más que se utilizó en la investigación es que la selección de la capacidad es la que obtenga el mayor resultado para no tener una insuficiencia diaria o estacional.

.

Se calcula la capacidad nominal que debe tener la batería o banco de baterías considerando la máxima descarga que podrá admitirse de acuerdo a la descarga diaria (Cnd):

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct$$

Donde:

- $C_{nd}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria
- L_{md} : Consumo medio de energía diario
- $P_{Dmax,d}$: Descarga máxima diaria
- Fct : Factor de corrección de Temperatura (= 1)

Se tendrá:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} Fct$$

$$C_{nd}(Wh) = \frac{2,813}{0.25} 1 = 11.252 \text{ Wh}$$

El resultado del cálculo determina que para generar la energía diaria de 2.813 Wh, con las baterías seleccionadas, con la condición que la descarga máxima sea solamente del 25% de y suponiendo un factor de corrección por temperatura (FCT = 1), se necesita un banco de baterías que tenga una cantidad de descarga máxima al día de 11,252 Wh.

Con este resultado se puede determinar la capacidad mínima que debe tener un sistema de acumulación de energía que este en función de la descarga que se estableció como máxima diaria. Teniendo la siguiente ecuación:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde:

$C_{nd}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

$C_{nd}(Ah)$: Capacidad mínima de la batería en descarga máxima diaria.

V_{BAT} : Tensión de batería

Se tiene:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$
$$C_{nd}(Ah) = \frac{11.252}{24} = 468.83 \text{ Ah}$$

Esto represente la capacidad que debe tener el sistema de acumulación como mínimo que está en función de la descargar máxima al día que se seleccionó siendo esta capacidad de 468.83 Ah.

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne)

Se considera ahora el cálculo para determinar la capacidad de la batería o banco de baterías de acuerdo a la descarga que se generara en este sistema de acumulación durante los cambios estacionales considerando el 70% de descarga

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

Donde:

$C_{ne}(Wh)$:	Capacidad nominal (considerando descarga estacional)
L_{md}	:	Consumo medio de energía diario
$P_{Dmax,e}$:	Descarga máxima estacional
Fct	:	Factor de corrección de Temperatura (= 1)

Como se mencionó se considera una descarga máxima estacional del 70%, se tiene como resultado:

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

$$C_{ne}(Wh) = \frac{2,813 * 3}{0.70} 1 = 12\ 055.71\ Wh$$

Con los resultados obtenidos se determina que la energía diaria de 2 813 Wh requiere un banco de baterías considerando tres días de autonomía lo que establece que podrá otorgar esta energía durante tres días sin los estándares mínimos de radiación con una descarga del banco del 70% y estableciendo un factor de corrección por temperatura de uno, se requerirá una capacidad nominal del banco de acumuladores con la descarga máxima estacional de 12 055.71 Wh.

Para la descarga máxima estacional también se sigue el mismo procedimiento recordando que la capacidad que se calcule es la mínima requerida para el sistema de acumulación. El cálculo se tiene como:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde:

$C_{ne}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional

$C_{ne}(Ah)$: Capacidad mínima de la batería en descarga máxima estacional.

V_{BAT} : Tensión de batería

Se obtiene como resultado:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

$$C_{ne}(Ah) = \frac{12,055.71}{24} = 502.32\ Ah$$

Con lo que se determina que la capacidad mínima que se requiere para el sistema de acumulación calculado en función de la descarga máxima estacional es de 502.32 Ah

Se pretende el uso de las baterías Modelo Power Safe SBS.130 que tiene una capacidad e 7Ah-360Ah C100 y una tensión de carga y descarga de 24V, considerando el cálculo determinado se utilizaran 2 baterías de 360 Ah con lo que se tendrá un banco de acumuladores de 720 Ah lo que se considera que cubre el requerimiento de 502.32 Ah muy ampliamente.

c) Dimensionamiento del Regulador:

El regulador se determina por medio de la corriente que debe soportar, este regulador debe ser el calculado en base de los resultados ya determinados de baterías y paneles bajo la ecuación:

$$I_{regulador} = F_{seg} I_{MOD SC} N_{paneles}$$

Donde:

$I_{entrada}$:	Corriente del regulador
$N_{paneles}$:	Número de paneles
F_{seg}	:	Factor de seguridad para evitar daños al regulador
$I_{MOD,SC}$:	Corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito

El módulo fotovoltaico que se determinó para el sistema calculador con el cual se deberá establecer la corriente de ingreso al regulador como principales características eléctricas tiene que su fabricante es la compañía EXION SOLUTION S.A, el modelo de panel es el EX150M-24V el cual tiene una potencia pico de 150 Wp, lo datos de corriente en cortocircuito y tensión en máxima demanda son de 8.85 A y de 36.6 V, este tipo de paneles tiene un 15% de eficiencia e ahí la condición de que su costo sea barato. Se tiene como resultado de la corriente para seleccionar el regulador:

$$I_{regulador} = F_{seg} I_{MOD SC} N_{paneles}$$

$$I_{regulador} = 1.15 (8.85) 3 = 30.5 A$$

Se determinó un regulador de 50 A que trabaja con un voltaje de 24 V para el banco de baterías con el cual se cubrirá la corriente máxima que ingresará al regulador hasta de 30.5 A.

d) Dimensionamiento del Inversor:

Este es el equipo que se menciona en las teorías que convertirá la corriente directa en corriente alterna por lo que el parámetro que define su selección es la potencia mínima que va a tener que utilizar el fondo. La máxima demanda establece la potencia máxima que se utilizara en un determinado momento por lo que la totalidad de la potencia de todos los equipos será muy improbable que se presente, pero se considerado un caso critico donde el factor de simultaneidad establezca el uso en un mismo tiempo del 100% de la potencia.

$$Wmin_{inversor} = Wmax_{inversor} Cs$$

$$Wmin_{inversor} = 750 W$$

Donde:

$Wmax_{inversor}$: Valor de la potencia demandada.

Cs : coeficiente de simultaneidad, 100%

Se selecciona un inversor que trabaja con 110 a 230 V en corriente alterna con una frecuencia de salida de 50 a 60 Hz y con una potencia de 750W. debido a que la potencia del sistema es inferior a la potencia del inversor seleccionado solo se requerirá un inversor para suministrar la potencia requerida si en caso se estuviera utilizando un inversor de menor potencia que la requerida debe considerarse más de uno.

e) Selección del Cableado y Caída de Tensión:

Los conductores para la distribución de energía en el sistema fotovoltaico se regirán a las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad (CNE) y Norma Técnica Peruana (NTP) sobre conductores para sistemas fotovoltaicos. Con respecto al método que se utilizó éste se basó en la parte 5-52, “Selección y utilización de material

eléctrico – canalizaciones” de la normativa IEC 60364-5-52 “Instalaciones eléctricas en edificios”

Según la metodología para sistemas de este tipo las caídas de tensión no deben superar

- 3% : Entre el panel fotovoltaico y el regulador.
- 1% : Entre el regulador y la batería.
- 1% : Entre la batería y el inversor.
- 5% : Entre el inversor y las cargas.

La selección del conductor se calcula:

$$S = 2x \frac{(LI)}{(K V_{1-2})}$$

Donde

- L : Longitud del cable.
- S : Sección en mm².
- I : Intensidad de corriente.
- K : Conductividad del cobre (56m/Ωmm²)
- V₁₋₂ : Caída de voltaje. (Con las caídas indicadas)

Cálculo del conductor para Panel fotovoltaico al regulador

Se determinó que la distancia entre los paneles fotovoltaicos y el regulador existe una distancia de 3 metros y considerando la intensidad que recorrerá el conductor como máximo en una corriente de 8.85 A se calcula que la caída de tensión no deberá ser mayor al 3% de los 24 voltios del sistema es decir 0.72 V así aplicando la ecuación antes descrita la sección mínima de conductor que se debe tomar es de

$$S = 2x \frac{3 (8.85)}{56 (0.72)} \quad S = 1.32 \text{ mm}^2$$

Buscando en los calibres de conductores de cobre en la configuración AWG el calibre indicado que supera de manera más próxima esta sección es el # 14

Cálculo del conductor para Regulador - batería:

Se determinó la distancia del regulador a la batería en 1 metro y la corriente máxima que atravesara el conductor como en el caso anterior será de 8.85, la caída de tensión según la normativa deberá ser menor al 1% de los 24 voltios se establecieron para el sistema así que no deberá pasar de 0.24 V. según la ecuación descrita se calcula la sección mínima que deberá tener el cable siendo esta:

$$S = 2x \frac{1(8.85)}{56(0.24)} \text{ s} = 1.32 \text{ mm}^2$$

Buscando en los calibres de conductores de cobre en la configuración AWG el calibre indicado que supera de manera más próxima esta sección es el # 14

Cálculo del conductor para Batería – inversor:

De la misma manera para la distancia entre la batería y el inversor se tomó como distancia 1 metro considerando que la caída de tensión según la normativa no debe ser mayor al 1% de los 24 voltios esta no será mayor a 0.24 Voltios, para ello debido a que la potencia del inversor es de 750 W se calcula la corriente:

$$\frac{750}{0.9 * 24} = 34.72$$

Ahora se calcula la sección mínima del conductor considerando la caída de tensión e intensidad:

$$S = 2x \frac{1 * 34.72}{56 * 0.24} \text{ s} = 5.17 \text{ mm}^2$$

Buscando en los calibres de conductores de cobre en la configuración AWG el calibre indicado que supera de manera más próxima esta sección es el # 10

Cálculo del conductor para Inversor – cargas: (2m)

La distancia que se estableció para el inversor y el tablero de distribución del fundo fue de 2 metros considerando la misma intensidad calculada debido a los 750 W que debe entregar y el 5% de caída de tensión de los 24V que viene a ser 1.2 voltios se calcula la sección mínima del conductor teniendo:

$$S = 2x \frac{2 * 34.72}{56 * 1.2} \text{ s} = 2.06 \text{ mm}^2$$

Buscando en los calibres de conductores de cobre en la configuración AWG el calibre indicado que supera de manera más próxima esta sección es el # 14.

Tabla 22: Sección de conductores AWG.

Calibre A.W.G	Diámetro mm	Sección mm ²	Intensidad en amperios			
			Aire libre		3 conductores en tubo	
			TW	desnudo	TW	asbesto
0000	11.58	107.20	300	370	195	340
000	10.38	85.00	260	320	165	285
00	9.36	67.42	225	275	145	250
0	8.25	53.48	195	235	125	225
2	6.54	33.62	140	175	95	165
4	5.18	21.15	105	130	70	120
6	4.11	13.29	80	100	55	95
8	3.26	8.32	55	70	40	70
10	2.59	5.29	40	55	30	55
12	2.05	3.29	25	40	20	40
14	1.62	2.08	20	30	15	30
16	1.29	1.29	12	16	8	16
18	1.02	0.85	8	12	6	12

Fuente: Norma técnica peruana

En esta tabla se verifica que no se exeda la caída de tension establecida por normativa mediante la siguiente ecuacion

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 I L \cos \varphi}{A U} 100$$

Donde:

- I : Intensidad de corriente.
- L : Longitud total del conductor.
- Cos fi : Factor de potencia. (0.9 según la normativa)
- A : Sección del cable.
- U : Voltaje de operación

Se calcula la caída de tensión para cada distancia del conductor entre componentes según el calibre determinado con lo que se tiene:

Panel fotovoltaico - Regulador

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 8.85 * 3 * 0.9}{1.32 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 2.69$$

Regulador – Bateria

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 8.85 * 1 * 0.9}{1.32 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.89$$

Bateria – Inversor

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 34.72 * 1 * 0.9}{5.17 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.89$$

Inversor - Carga

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 34.72 * 2 * 0.9}{2.06 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 4.51$$

Tabla 23: Resultados de cálculo de cableado.

Tramo	Intensidad	Sección	Longitud	Caída de tension (%)
Panel fotovoltaico - regulador	8.85 A	1.32 mm ²	3	2.60
Regulador - batería	8.85 A	1.32 mm ²	1	0.89
Batería - inversor	34.72 A	5.17 mm ²	1	0.89
Inversor - carga	34.72 A	2.06 mm ²	2	4.51

Fuente: Propia

3.4 Evaluar económicamente el sistema de generación eléctrica fotovoltaico.

Para empezar con la evaluación se determinarán los costos de equipamiento de la instalación para esto se ha realizado las cotizaciones de cada material considerado en el sistema fotovoltaico con proveedores dedicados a este rubro, teniendo para los materiales:

Tabla 24: Costos del sistema fotovoltaico para el fundo.

MATERIALES	PRECIO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	PARCIAL
Panel photovoltaic de 150 Wp	1170	2	2,340
Batería de ciclo profundo	1404	2	2,808
Controlador – regulador de carga (50 A)	256	1	256
Inversos 12/1200	1412	1	1,412
Soporte para panel fotovoltaico tipo poste	500	1	500
Interruptor simple B-TICINO	5	4	20
Tomacorriente bipolar B-TICINO	9	2	18
Conductores y accesorios	220	1	220
Total (incluye IGV)			S/. 7,574.000

Fuente: cotizaciones generadas por proveedor del rubro.

Se determinan también los costos de la instalación y el transporte de los materiales que según la cotización que se realizó se da en un valor de S/. 350.00 por la instalación y por el transporte de todos los materiales del sistema es de S/. 150.00

Considerando el costo de los materiales, del transporte y de la instalación el total de gasto que demanda la instalación del diseño del sistema fotovoltaico diseñado para el fundo es de:

Tabla 25: Resumen de costos de inversión total por domicilio.

DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Materiales para el sistema fotovoltaico	1	7,574	7,574.00
Instalación y transporte	1	500	500.00
Costo total incluye el IGV			8,074.00

Fuente: Propia

Para el total de fundos en el distrito de Monsefú que son una cantidad de 50 se tendrá

Tabla 26: Resumen de costos de inversión total todos los domicilios.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRESIÓN UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Materiales para el sistema fotovoltaico	50	7,574.00	378,700.00
Instalación y transporte	50	500	25,000.00
Costo total incluye el IGV			403,700.00

Fuente: Propia

El total de la instalación de todos los sistemas fotovoltaicos para los fundos del distrito de Monsefú se requiere una inversión S/. 403,700.00 soles.

Se estableció para la investigación que el sustento económico se realice por medio de un crédito financiero, el costo total que se requerirá será de **S/. 8,074.00** soles por cada instalación.

Tabla 27: Total del crédito financiero por el banco BCP.

CRÉDITO FINANCIERO S/. BCP	
CRÉDITO FINANCIERO	S/ 8,074.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/ -
TOTAL DEL CRÉDITO	S/ 8,074.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Descripción del crédito financiero.

DESCRIPCIÓN	CRÉDITO	INTERÉS	INTERÉS ANUAL	AÑOS	TOTAL ANUAL	TOTAL MENSUAL
TOTAL DEL CRÉDITO	S/ 8,074.00	21%	S/ 1,663.24	5.00	S/ 3,278.04	S/ 273.17

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla expuesta se muestra el crédito para financiar el costo de la instalación y demás gastos que demanda el sistema fotovoltaico con la tasa de interés que tendrá, el plazo para pagar todo el crédito es de 5 años y también se muestra el pago total que tendría que hacer cada fundo para adquirir el sistema y su financiamiento. Considerando estos criterios se establece el flujo de caja teniendo en consideración los ingresos y egresos que se mencionan:

EGRESOS. - Los egresos será los considerados como gastos administrativos para poder construir el sistema diseñado, el monitoreo de equipos para constatar su buen funcionamiento y por último el cambio o renovación del inversor en el año 2 y de las baterías para el año 4.

INGRESOS. - Como ingreso se establece primero el pago que deberá hacer cada fundo según las cargas estipuladas por conceptos de uso de energía y el crédito que se deberá dar por financiamiento para poder construir la central.

Tabla 29: Evaluación económica.

AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Total de ingresos	S/ 8,074.00	S/ 3,278.04	S/ 3,278.04	S/ 3,278.04	S/ 3,278.04	S/ 3,278.04
EGRESOS						
Monitoreo		S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00
administrativos		S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00
Cambio de baterías		S/ -	S/ -	S/ -	S/ 2,808.00	S/ -
Cambio de inversor		S/ -	S/ 1,412.00	S/ -	S/ -	S/ -
Total de egresos		S/ 120.00	S/ 1,532.00	S/ 120.00	S/ 2,928.00	S/ 120.00
FLUJO DE CAJA						
FLUJO DE CAJA	-S/ 8,074.00	S/ 3,158.04	S/ 1,746.04	S/ 3,158.04	S/ 350.04	S/ 3,158.04

Fuente: Elaboración propia.

Para poder construir el sistema diseñado considerando las características eléctricas detalladas para los componentes seleccionados asciende a S/. 403,700.00

Se determinaron los indicadores económicos VAN y TIR proyectándolos a los cinco años del financiamiento requerido que otorga el crédito para que puedan pagar este monto, la evaluación considerara las inversiones que se realizaran más adelante y los gastos que se incurran en el mantenimiento y la operación del sistema fotovoltaico, estos detalles son los requeridos para poder calcular los indicadores ya previstos como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN)

Los criterios que se utilizaron para poder determinar si la evaluación es positiva fueron:

- **Si $VAN \geq 0$: para aceptar la propuesta caso contrario se rechazará**
- **Si $TIR > t = 10\%$: para aceptar la propuesta caso contrario se rechazará**

Tabla 30: Análisis de VAN Y TIR.

Valor Actual Neto (VAN)	S/. 812.63
Tasa Interna de Retorno	14.10%

Fuente: Elaboración propia.

Como se detalló los valores aceptables para los indicadores económicos que se utilizaron deben ser mayor al 12% en el TIR y un número positivo para el VAN, revisando el cuadro se puede apreciar que ambos indicadores salen positivos por lo tanto se considera que el sistema diseñado es aceptable económicamente.

IV. DISCUSIÓN

El sistema que se diseñó tiene como objetivo brindar la energía generada a partir de la radiación solar por medio de un sistema fotovoltaico a los fundos que existen en el Distrito de Monsefú el sistema se estableció alrededor de la carga de un fundo que se tomó como unidad de análisis para el estudio. El diseño se optó por ser un diseño individual a cada fundo que tiene una autonomía hasta de tres días para mantener suministradas las características eléctricas de la carga, aunque no exista la suficiente radiación durante los días de autonomía para recargar las baterías. El diseño conlleva a estandarizar un sistema fotovoltaico que pueda ser ideal para cubrir la carga común que deben tener todos los fundos en el Distrito de Monsefú, así se podrá suministrar energía eléctrica por medio del sol.

La toma de datos se estableció mediante un Solari metro durante cinco días durante el transcurso del día tomando cinco mediciones diarias por medio de ecuaciones inferenciales se determinó la radiación de manera anual con lo que se estableció la cantidad de paneles que se necesitarían para poder generar suficiente energía para recargar las baterías que de energía que sería usada en el transcurso de los días de autonomía. El diseño desarrollado se evaluó económicamente por medio de los indicadores TIR y VAN estos definen que el proyecto es económicamente viable por lo que se puede determinar que si se construye un sistema de acuerdo al diseñado este podrá solventarse en durante su vida útil para justificar su gasto.

FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED

En esta investigación se presenta un estudio donde el cual presenta la probabilidad de poder implementar sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en sectores próximos a centrales generadoras de energía con lo cual se incentivara la generación distribuida dentro de la provincia de Santiago de Cuba, así introducir una nueva manera de generación valiéndose de los sistemas de transformación como lo son las sub estaciones en distribución y transmisión y el propio sistema de distribución, lo que propone una nueva forma de ver el aprovechamiento de energía limpias teniendo a esta como opción factible para generar desarrollo sustentable. Además, se realiza también un estudio teniendo en cuenta la perspectiva del ordenamiento territorial, de las ventajas que tendría consigo el instalar sistemas renovables con interconexión a la red y su capacidad a instalar. Este estudio tiene

como base de datos los niveles de radiación que inciden en las proximidades de la central generadora de energía de la provincia de San Luis, brindando nuevos criterios de generación en lugar de la generación por combustibles fósiles que son de manera más costosos y totalmente nefastos para el medio ambiente ya que estos no se pueden reducir su nivel de contaminación debido a que la combustión emite gases que permiten el efecto invernadero para lo cual se evidencia que lo manifestado se basa principalmente a sistemas instalados cerca de redes de distribución para poder de esta manera brindar una generación distribuida cosa que no ocurre en el Perú al menos que lo diseñado sea una plataforma solar para que esta pueda ser interconectada a la red del SEIN, en tal sentido solo se evidencia sistemas modulares por usuario final y sistemas fotovoltaico para uso agrícola con sistemas de bombeo.

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED.

Un sistema fotovoltaico puede generar energía en lugares donde no existe servicio público de electricidad para poder brindársela a los usuarios. La presente investigación muestra una metodología que permitirá calcular el consumo de energía y distancia mínima considerando la red de servicio público existente que brinda la justificación para que se generen este tipo de proyectos, realizando una comparación entre los precios por conexión a la red de Energía Eléctrica de Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los precios de construcción de los sistemas fotovoltaicos para edificaciones tipo invernadero con consumos de energía hasta 30 kWh determinados por el programa desarrollado por el posgrado IAUIA de la UACH. Se analizaron las tarifas de energía determinándose que existe una variedad de ellas que tienen un aumento progresivo de 4.4% hasta el 27% durante los años 2003 al 2013 y fueron proyectadas hasta el 2038. Se comprobó que para la tarifa del sector agrícola siendo esta el pliego tarifario 9M los gastos eléctricos vuelven viable el uso de sistemas fotovoltaicos para el año 10 al 15 para lugares alejados aun sin existencia de redes del proveedor del servicio público para un consumo de energía entre 1.5 kWh y 4.8 kWh por día para edificaciones tipo invernadero ya que los costos que generan la alimentación de energía durante los años mencionados sobrepasan los gastos de instalación, operación y mantenimiento de una sistema fotovoltaico. Al final concluye que debido a la distancia de separación de las redes de energía el sistema fotovoltaico se produce como viable y es justificado. (Poblano Ortiz, Romantchik Kriuchkova, Hahn Schlam, & Betanzos Castillo,

2015), para lo cual se manifiesta que se está de acuerdo con lo manifestado ya que existe una enorme diferencia de costos entre los sistemas fotovoltaicos y los sistemas convencionales y por ende en sus facturaciones mensuales por consumo.

IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN A UN CASO REAL

La potencial integración de la generación de energía fotovoltaica en las redes de distribución eléctrica forma escenarios nuevos, estas redes dejarían de comportarse como redes pasivas, lo que modificaría la distribución acostumbrado a una jerárquica adonde la energía se dirigía desde los centros de generación concentrados y tradicionales hasta los usuarios finales. Esta energía fluía de manera radial en armonía a la configuración de las redes y de modo unidireccional en las redes de distribución, a partir tensiones superiores a otras inferiores. En esta investigación se muestra como debido a la inserción de generación fotovoltaica distribuida se forma un impacto positivo en los niveles de tensión de una red típica de distribución en baja tensión, se empleó indicadores estándar para determinar el impacto de dicha integración. Se realizó la simulación en una red real de la provincia de San Juan en el barrio del departamento Caucete, usando el software de potencia “DigSilent”, y observando las mejoras que se producen por la integración mencionada. (Morán, Facchini, & Doña, 2010) Se está de acuerdo con lo manifestado debido a que la inserción de la generación fotovoltaica la red de distribución causaría un enorme impacto reflejados en los niveles de tensión

V. CONCLUSIONES

- Según los datos recolectados en campo se evidencia que el cálculo de la Máxima Demanda en un fundo de Monsefú tiene un valor que asciende a 2813.00 w.h/día, teniendo en cuenta que el consumo eléctrico está compuesto elementos comunes como son focos ahorradores, radio, televisor, DVD, cargador de celular y otros.
- Se evidencia que la evolución que tiene el potencial solar en los días que se han tomado las mediciones con el Solari metro (desde el 19/05/2019 al 28/05/2019), para lo cual se evidencia que con fecha 19/05/2019 se tiene un potencial solar promedio de 7.54 kw.h/m² y con fecha 28/05/2019 se tiene 6.55 kw.h/m² y con fecha 22/05/2019 un valor de 6.23 kw.h/m² siendo este el valor mínimo de irradiación solar.
- Después de haber realizado el cálculo de dimensionamiento de los elementos electromecánicos del sistema fotovoltaico se desprende que para cada fundo del distrito de Monsefú se deberá tener en consideración de la radiación de la zona una cantidad de 2 paneles solares de 150 watts de potencia pico, 2 baterías de capacidad de 360 Ah haciendo un total de 720 Ah, 1 regulador de con una corriente de 30.5 A, 1 inversor.
- Se determinó que el gasto que se deberá realizar para la construcción del sistema fotovoltaico por fundo asciende a la suma de S/. 8,074.00 soles de la misma manera ya que se cuenta con 50 abonados o viviendas se tiene un costo total de **S/: 403,700.00 soles.**

VI. RECOMENDACIONES

- Según el cálculo de la Máxima Demanda con un valor de 2813.00 w.h/día, se recomienda tener en cuenta los cálculos realizados que dan como resultado ese valor de máxima demanda ya que el uso adicional de elementos electromecánicos estaría aumentando el valor ya calculado haciendo este no factible ya que los cálculos de dimensionamiento están dados para este valor de demanda.
- Según los cálculos realizados se tienen que el nivel máximo de promedio un valor de 7.65 kw.h/m² y el nivel mínimo de promedio un valor de 6.23 kw.h/m² para lo cual se recomienda tomar en cuenta el valor del nivel mínimo de promedio con un valor de 6.23 kw.h/m² valor que deberá tomarse en cuenta para efectos de cálculo o replanteo del diseño de un sistema de generación fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica a los fundos del distrito de Monsefú.
- Se debe tener en cuenta la cantidad de elementos ya que estos se garantiza el buen funcionamiento del sistema fotovoltaico para lo cual se recomienda que los 2 paneles solares de 150 watts de potencia pico sea modelo EX150M(156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC, las 2 baterías sean baterías Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, 1 regulador de con una corriente de 30.5 A debe ser Módulo: EX150M-24V siendo este de 50 A, 1 inversor de las siguientes características Tensión de 110VAC o 230VAC, Frecuencia CA de salida de 60Hz y con un Pico de potencia 750W.
- Se determinó que el costo de implementación asciende a la suma de S/. 8,074.00 soles de la misma manera ya que se cuenta con 50 abonados o viviendas se tiene un costo total de **S/: 403,700.00 soles**, para lo cual la evaluación económica se ha realizado por costo modular con el valor de S/. 8,074.00 soles, teniendo para esto como resultado de los indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN) de S/. 812.63 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14.10% siendo esta superior a la tasa de descuento que es el 10%.

REFERENCIAS

- FMAN (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). La Inversión en proyectos de energía renovable – La experiencia de FMAN. 2009. 36 p.
- Giraudy Arafet , C., Massipe Cano, I., Rodríguez Rivera , R., Rodríguez Gámez, M., & Vázquez Pérez, A. (Agosto de 2014). FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED. *Ingeniería Energética*, XXXV(2/2014), 141-148.
- Morán, F. A., Facchini, M. L., & Doña, V. M. (2010). IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN CASO REAL. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14.
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2010a). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, MANUAL TÉCNICO PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS*.
- OSINERGMIN. (2016). *LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APOORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS*. Magdalena del Mar, Lima.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Informe Sobre Desarrollo Humano 2013. PNUD- EE.UU. 2013.
- Pareja Aparicio, M. (2010). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA: CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN AISLADA*. Barcelona: Marcombo S.A.
- PRACTICAL ACTION.). Bombeo de Agua mediante energía solar fotovoltaica. Soluciones Prácticas. Lima, Perú. 2010. 11 p.
- PRACTICAL ACTION. Energía Solar Fotovoltaica. Soluciones Prácticas. Lima, Perú. 2007. 11 p.
- PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIÓN. ¿Sabe usted qué es el Programa de Riego Tecnificado? MINAG. Lima, Perú. 2016. 9 p.
- PRACTICAL ACTION. Energía Solar Fotovoltaica (Informe Actualizado). The Schumacher Centre for Technology and Development. Lima, Perú. 2007. 11p
- Poblano Ortiz, E. S., Romantchik Kriuchkova, E., Hahn Schlam, F. F., & Betanzos Castillo, F. (16 de Mayo de 2015). COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 679-693.

Rogério Mossandel, A., Brown Manrique, O., & Mujica Cervantes, A. (Abri, Mayo, junio de 2015). RIGO POR GOTEIO CON ENERGÍA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 11-17.

ANEXOS

Anexo 01

[illegible]

Anexo 02

					FICHA DE REGISTRO DE RADIACIÓN SOLAR				
Nombre y Apellidos									
Ubicación (Coordenadas UTM)									
Item	Fecha	Hora	Radiacion Solar W/m2	Observaciones	Item	Fecha	Hora	Radiacion Solar W/m2	Observaciones

Anexo 03

		FICHA DE REVISIÓN DOCUMENTARIA								
Tipo de Fuente	Libro	<input type="checkbox"/>	Revista	<input type="checkbox"/>	Manual	<input type="checkbox"/>	Norma	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>
Nombre de la Fuente										
Nombre del Documento										
Título / Asunto										
Volumen										
Tomo / Legajo										
Folio / Página										
Lugar y Fecha del Doc										
Autor										
Ubicación de la Fuente										
CONTENIDO										

Anexo 04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO SOLARIMETRO



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

1 CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Dirección : CAL. JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

2 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR
Marca : AMBIENT WEATHER
Modelo : TM-206
Serie : 120901868
Alcance : 2000 W/m2
Procedencia : Taiwan

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
Fecha : 2019-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

4 METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DG 4062	LTF-C-103-2018	INACAL-DM
TERMOHIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-062-2019	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2019	INACAL-DM

6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Máximo Oriundo Cordero
CIP: 94415
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

Página : 2 de 2
Fecha : 2019-04-29

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificación de Panel de Control		Conforme
Verificación de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

Medición de Potencia Solar (W/m²)

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
190,0	191,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

FIN DE DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima

Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038

ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe

Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

Anexo 05

EVIDENCIAS DE LA INSTALACION DEL PANEL SOLAR



En la imagen se verifica el panel solar para su instalación



En la presente imagen se aprecia al investigador Roger Incio Agapito con el panel solar



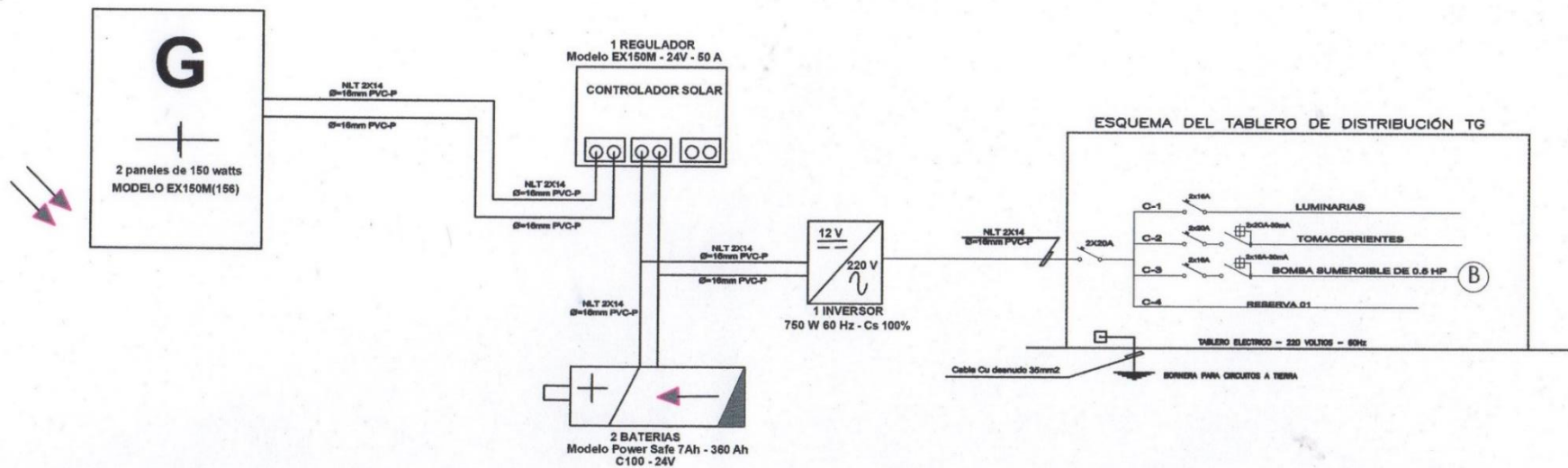
En la siguiente imagen se evidencia al investigador Incio Agapito realizando medidas de tensión y corriente en el tablero general del sistema fotovoltaico



En la presente imagen se aprecia la toma de medidas eléctricas como lo es tensión con la pinza perimétrica 20.33 Voltios


Anexo 06

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL PANEL SOLAR



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA			
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE ENERGIA ELECTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFU			
MECANICA Y ELECTRICA			
DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO			
ROGER INCIO AGAPITO			
PROFESOR:	ASISTENTE:	ALUMNO:	FECHA:
ROGER INCIO AGAPITO	ROGER INCIO AGAPITO	ROGER INCIO AGAPITO	JULIO 2018
U - 01			

Acta de aprobación de originalidad de tesis.

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ”

Del estudiante **Roger Incio Agapito**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **14%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 06 de Febrero de 2020



Mgtr Deciderio Enrique Díaz Rubio

DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

Reporte de turnitín

Diseño de un sistema de generación fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica a los fundos del Distrito de Monsefú

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES


12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	8%
2	cienciasagricolas.inifap.gob.mx Fuente de Internet	1%
3	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	<1%
4	uaeh.redalyc.org Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
7	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	2011.www.redalyc.org Fuente de Internet	<1%

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **ROGER INCIO AGAPITO**, identificado con DNI N° 16801112, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 16801112

FECHA: 21 de Febrero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

INCIO AGAPITO ROGER

INFORME TÍTULADO:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS FUNDOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA : 18 de Diciembre 2019

NOTA O MENCIÓN : Aprobado por mayoría



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Mgr. Dante Omar Santa Caranza
Coordinador de Escuela-Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN